

and 7-85-11



MÉMOIRES

concernant

les améliorations des ports de VENISE, la conservation des îles,
nommées LIDI, l'amélioration du cours de la BRENTA, du
BACCHIGLIONE et des canaux de dessèchement et de Navigation
entre VENISE, PADOUE, VÉRONE et l'ADIGE; avec le projet
d'un port de mer devant TRIESTE, et la description
du port de NIEUWENDIEP en HOLLANDE

appuyés

sur les recherches locales, faites par l'auteur;

aux quels

on a joint la description du port de CRONSTADT

par

Charles Frédéric Wiebeking,

Conseiller-intime, chef d'une Section du ministère de l'Intérieur, et Directeur-Général des ponts et chaussées,
au service de S. M. le Roi de BAVIÈRE; chevalier de l'ordre du mérite civil de la couronne de Bavière;
correspondant de l'Institut de France, membre des académies des sciences de Munich, de Göttingen, de Harlem,
de la Société de la philosophie-expérimentale de Rotterdam et de celle de l'économie-phsique de
Heidelberg.



Avec quatre planches.



Munich 1810.

aux frais de l'auteur. Le prix est de 11 florins ou de 24 Livres.

Se trouve à Paris et à Strasbourg chez Levrault, à Paris chez Gossy, à Tübingen chez Cotta, et à Mannheim chez Artaria.

De l'imprimerie de Zangl à Munich.



A

Son Excellence
le Comte de Montgelas,

Ministre d'état et de conférence etc.

Monseigneur,

L'époque pendant la quelle Votre Excellence a fait le voyage à Venise à la fin de 1807, a été très mémorable pour cette ville. Après son retour j'ai eu lieu d'admirer l'attention qu'elle avoit portée sur l'état où se trouvoit cette capitale de la mer adriatique, l'intérêt qu'elle manifestoit pour sa prospérité et le présage qu'elle conçut alors de l'heureuse influence que le gouvernement actuel devoit exercer sur les destinées de cette ville. C'est ce qui m'a inspiré, Monseigneur, l'ardent désir que les mémoires que j'ai composés pour contribuer à la splendeur de Venise, à l'amélioration et la sûreté de ses ports, parussent sous les auspices de Votre Excellence, et c'est ce qui m'en-

*courage à la supplier d'en agréer l'hommage. En espérant qu'elle les
regardera comme une nouvelle preuve de mes efforts pour appliquer
toujours les sciences à l'utile, j'ai l'honneur d'être avec un profond
respect*

Monseigneur

Munic le 12 Janvier 1810.

Votre très - humble et très obéissant serviteur

C. F. Wiebeking.

OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES.

Venise si florissante encore, il y a trois siècles, par l'étendue et l'éclat de son commerce, dont l'étonnante industrie attirait dans son sein les richesses des autres peuples, dont les artistes retraçaient avec orgueil, les victoires sur les flottes de Soliman II *); Venise aujourd'hui se voit menacée de perdre ses ports et les sources de sa prospérité. Elle est coupée par des canaux, elle est entourée de lagunes: les premiers par leur peu de profondeur et par les attaques des vagues contre les îles nommées Lidi (Lido, rivage) qui séparent la mer des lagunes, lui sont favorables en temps de guerre, mais ces accidents nuisent à son commerce en temps de paix.

Ainsi lorsque l'état employoit une partie de ses revenus à donner plus de profondeur aux ports et aux canaux: le génie de plusieurs mathématiciens étoit consacré à remplir les vœux des citoyens. Ils ne donnèrent malheureusement que des projets de spéculation; et quoiqu'ils fussent appuyés sur de savantes recherches théorétiques, ils se trouverent inexécutables **). Quelques entreprises considérables furent cepen-

*) Les tableaux, qui représentent ce sujet, se trouvent encore à Venise dans le palais de la cidevant république.

**) On trouve dans la Rocolta che trattano del moto dell'acque; plusieurs mémoires sur cet objet essentiel; il est facile de se convaincre que ces projets se réduisent à des théories.

dant conduites à leur fin : on a détourné par des digues, des lagunes les eaux des rivières de la Brenta, de la Piave, du Sile et de la Marcénigo; d'autres digues construites en pierres, en bois et en terre ont été élevées le long des îles, du Brondolo jusqu'aux forts quatre-cantoni, situés à quelque distance de la ville, voyez Tab. I.

Lorsque je dirigeois le Département des ponts et chaussées de l'empire d'Autriche, sa Majesté l'Empereur me confia en 1803 la mission de parcourir les états vénitiens et d'examiner sévèrement la situation des lieux. *) Cette mission renfermoit différents objets. Je n'en tracerai que les plus importants : améliorer les ports et les canaux de Venise, tirer de la rivière Brenta le plus d'avantages possibles, dessécher les marais de Vérone ou Vali-Zerpani, ceux de la partie des lagunes entre Aquileja et l'embouchure de la Piave; dresser le plan d'un port non loin de l'embouchure de l'Insonzato; fixer enfin les traces de nouvelles chaussées. Celles-ci devoient traverser les états de Venise; la chaussée d'Udine par Tolmezzo sur le monte Croce à Innichen et celle de Vicenza à Rovéredo. Les avantages qui devoient naître de ces nouvelles routes sont incalculables. **)

On se fait à peine une idée du nombre des marais, des lagunes, des graux, des ruisseaux qui se trouvent entre Brondolo et Aquileja, depuis l'embouchure de la Brenta jusqu'à l'extrémité des lagunes de Marano : il en est de même des fréquents et funestes ravages, causés par la Brenta, dans les riantes et fertiles contrées de Padoue, Tab. III. Le lit de cette rivière a, depuis cinquante ans, progressivement haussé, de cinq

*) J'ai consigné quelques uns de mes projets dans les 4^{ème} et 5^{ème} volumes de mon architecture hydraulique; mais comme il étoit hors de mon plan, d'y fournir une bonne Carte que je joins à ce mémoire, je n'y ai pu décrire l'état des Ports de Venise et les améliorations, projetées.

**) Le traité de commerce qui vient d'être conclu entre la Bavière et le royaume d'Italie démontre d'une manière évidente: que l'auteur prévoyoit l'importance de cette dernière voie publique.

à dix pieds. On voyoit en 1803, les canaux d'Este et de Padoue obstrués par la vase et les sables; le canal Brentella, la rivière Bacchiglione abandonnés à eux mêmes; les digues qui longent l'Adige et la Brenta privées de la hauteur et du talu suffisans; les aqueducs construits sous les rivières et les digues, dans la vue d'opérer les dessèchemens, placés trop haut (voyez la Carte No. III, où les aqueducs sont indiqués P. C.) Ponte - Canale.

A cette époque de 1803 des ingénieurs ont conçu le projet de creuser un nouveau lit à la Brenta: ce travail, nous ne craignons pas de le dire, n'auroit d'autre effet, que d'empirer le mauvais état des fleuves, qui circulent dans les états vénitiens. L'architecture-hydraulique trouve donc ici un champ vaste et honorable à parcourir. La prévoyante sagesse de sa Majesté l'Empereur et Roi Napoléon, garantira les côtes et la capitale de la mer adriatique des dangers qui les menacent. Ce qui doit confirmer cet heureux présage, c'est que sa Majesté a accordé en 1807 des sommes considérables pour l'amélioration des ports et des canaux de Venise. Puisse ce mémoire mériter son attention et celle du Vice-Roi d'Italie, puissent les projets que m'inspire l'amour du bien public être mis à exécution, puissent au moins mes conceptions ou quelques unes d'elles obtenir le suffrage des hommes éclairés; que Messieurs les ingénieurs françois les jugent dignes de leur attention, qu'ils les développent, qu'ils les perfectionnent, mes vœux seront remplis, parcequ'il en résultera des améliorations, qui déjà leur paroissent et à moi évidemment nécessaires. Je suis parfaitement convaincu que le curage à drague de quelques canaux ne produit pour Venise que des avantages passagers. Il faut de grands et de puissans moyens pour sauver Venise, ou cette ville jadis si intéressante, le centre d'un commerce immense, perdra ses ports et ses canaux; je dis plus, elle deviendra la plus malsaine du globe. Le déplorable sort d'Aquileja doit lui inspirer des craintes: que sont devenus ses ports, ses canaux, ses palais, ses murailles, ses temples, ses statues? Hélas! l'œil du voyageur attristé ne voit plus qu'un hameau et de tristes débris à la place d'une

cité autrefois si célebre. *) L'insalubrité de son atmosphère est effrayante quoique nombre de ses grands districts aient été desséchés. C'est encore aux dessèchements, ordonnés par l'Imperatrice Marie - Thérèse, que les canaux Anfora et Natissa, autrefois si fameux, doivent leur élargissement. Ce travail a débarassé ces ports de l'envasement : c'est donc à l'homme laborieux et attentif à étudier les loix de la nature, à épier sa marche, à prévenir ses ravages!

Les Vénitiens comprennent sous le nom de Lagunes, les districts couverts du flux de la mer ou ceux qui sont entièrement hauss  s par du limon et du sable : elles s'étendent le long des îles de la mer adriatique et du continent. Ces districts sont fertiles en grains et en plantes de toutes sortes dans les parties où les lagunes sont devenues inaccessibles aux marées et garanties par les digues ; il y existe une terre limoneuse très féconde.

Marie Thérèse a ordonné le dessèchement des lagunes de Marano et de quelques unes de celles qui sont séparées par des digues entre le Tagliamento et l'Adige : la fécondité du terrain est telle, qu'il produit deux récoltes. On peut calculer de là les avantages considérables qui r  sulteroient du dessèchement des lagunes entre Aquileja et la Piave, et de la construction des digues nécessaires. Je suis cependant convaincu qu'il y auroit de l'inconvénient à étendre ces procédés sur la plus grande partie des lagunes entre la Piave et l'embouchure de la Brenta, parceque l'atmosphère de Venise seroit infectée et que les vases combleroit les canaux. Ces inconvénients seroient à la vérité, en partie, écartés par la construction de digues et de canaux dans les lagunes mêmes ; entreprise aussi effrayante que dispendieuse.

Je suis persuadé que la mer couvroit jadis le terrain qui ne nous offre maintenant que des lagunes. Ces dernières doivent leur formation aux

*) J'ai visité en 1803 ces malheureuses positions et en même tems le canal de Natissa et les dessèchements d'Aquileja.

dépôts qu'a laissés la Brenta, fleuve qui avoit autrefois son embouchure dans la mer, non loin de Malamocco : aux sables de la Livenza, de la Piave, du Tagliamento et d'autres rivières : au limon, qui, suivant les judicieuses observations faites en Hollande et dans les pays bas*), n'est que le produit du mélange des eaux de la mer avec les eaux douces ; aux herbes marines ; enfin aux juncs et aux plantes qui croissent dans les lagunes élevées au-dessus de la mer, et qui donnent à la longue une terre végétale très productive ; j'observe ici que les lagunes dominent en général la basse mer. ")

Dans les lagunes de Venise la haute mer ordinaire est d'un pied au dessous de la haute mer adriatique. Les quais de cette ville sont construits de deux à trois pieds au dessus du flux ou de la haute mer ordinaire dans les lagunes : la haute mer de vive eau, c'est à dire la plus haute mer dans les lagunes, surmonte ces quais d'un pied et demi, quelque fois plus ; mais dans les lagunes de Venise la différence entre la basse mer ordinaire et de la haute mer ordinaire est de deux pieds ; du côté de la pleine mer, c'est à dire en face des Lidi, la différence est de trois pieds : et les eaux des lagunes et de la mer sont de niveau pendant le tems de la plus basse mer. Pendant les ouragans la mer s'élève à dix pieds audessus du flux ou de la haute mer ordinaire dans les lagunes et de cinq pieds et demi au dessus de la plus haute mer devant Venise. Les quais de Venise et la place de St. Marc ayant une élévation de deux à trois pieds audessus de la haute mer ordinaire dans les lagunes, la mer surpassant encore dans sa plus grande hauteur les quais d'un pied et demi et la vive eau de la haute mer adriatique s'élancant de dix pieds au dessus des eaux de la haute mer ordinaire dans les lagunes : il résulte de cet état de choses ; que Venise se trouveroit couverte de sept pieds

*) Voyez mon architecture - hydraulique Vol. II, page 370 et suiv.

**) Les parties de Lagunes qui surpassent la basse mer sont pointées sur la carte cy-jointe No. I ; et les parties qui reçoivent les eaux de la mer dans son plein sont notées comme l'eau.

des eaux de la mer si la plus haute mer pouvoit y atteindre ; qu'elle doit sa conservation aux digues construites sur les Lidi et que les embouchures dans la mer (les passes) ainsi que les graux doivent avoir des profils déterminés afin qu'un trop grand volume d'eau n'arrive pas instantanément sur la ville.

Les différentes hauteurs devant les Lidi *)		Les différentes hauteurs dans les Lagunes	
Hauteur à laquelle les digues devant les Lidi doivent être élevées			
Hauteur de la plus haute mer			
Hauteur moyenne des Lidi		Hauteur de la plus haute mer dans les lagunes	
Hauteur de la haute mer ordinaire		Hauteur des quais devant Venise	
		Hauteur de la haute mer ordinaire dans les lagunes	
Hauteur de la basse mer ordinaire		Hauteur de la basse mer ordinaire dans les lagunes	

Ce mémoire sera divisé en trois parties ; la première traitera de l'amélioration des passes qui conduisent de la mer adriatique à Venise et aux lagunes ; la seconde exposera les moyens , de conserver les îles situées entre les lagunes et la mer adriatique et de protéger Venise et les lagunes contre les attaques de la mer ; dans la troisième, je développerai mes idées sur l'amélioration du cours de la Brenta du Bacchiglione et des canaux entre Vicence, Padoue, Vérone, l'Adige et la mer.

*) J'ai choisi cette figuration des différentes hauteurs de la mer adriatique ainsi que de la situation des quais pour donner au lecteur un aperçu de ces différentes hauteurs.

PREMIERE PARTIE.

DE

L'AMÉLIORATION DES PASSES, DEPUIS LEUR NAISSANCE DANS LA MER
ADRIATIQUE JUSQU' AUX LAGUNES, ET DES PORTS DE VENISE,
voyez Tab. I.



Les Lidi commencent à l'embouchure de la Brenta; ils sont séparés par trois passes: l'une est la passe près de Chioggia; l'autre est celle de Malamocco, entre les forts de St. Pietro et Albérone; la troisième enfin est entre les forts de St. Nicolas et de St. Erasme. Cette passe présente deux courants; l'un entre les forts de St. André et de St. Nicolas, l'autre entre le nouvel hôpital (Lazaretto-Nuovo) et la petite île la Vignole.

Les passes de ces deux courants n'ont qu'une profondeur d'eau suffisante pour porter des barques. Le courant littoral qui vient de l'Istrie a une vitesse d'un tiers de pieds par seconde, les lames qui s'élancent dans les embouchures y ont jetté successivement une si grande quantité de sables qu'elles ne peuvent plus recevoir de grands bâtiments.

La mer adriatique, par la seconde entrée, pénètre dans les lagunes entre les forts St. Pierre et Albérone. Elle est hérissée d'épis qui garantissent les lagunes de l'irruption d'un trop grand volume d'eau, mais le plus long de ces épis E F, Tab. I, devant le quel il y a une profondeur de cent-vingt pieds, produit un courant très irrégulier. Les Vénitiens ont donné le nom de port de Malamocco au chenal qui s'étend depuis son embouchure jusque sous Malamocco. Les vaisseaux de guerre non armés qui

tirent ordinairement dix-sept pieds d'eau, arrivent avec peine jusque dans ce chenal de Malamocco, et ils ne peuvent voguer de là jusqu'à Venise, parceque le canal n'a pas la profondeur d'eau nécessaire. Il faut donc attendre la haute marée pour les trainer avec effort sur la vase jusqu'à l'arsenal; et pour les faire rétrograder, on a recours aux mêmes moyens. Chacun de ces procédés demande quinze à vingt jours. Les pilotes aux quels on amarre les bâtiments dans le chenal de Malamocco ne présentent ni la même force ni la même facilité, que les amares, dits ducs d'albes, dont les Hollandois font usage surtout dans le port de Nieuwendiep. *) Les eaux de ce canal sont par fois si basses que, pour les passer, les vaisseaux de ligne non armés doivent attendre la haute mer de vive eau ou la nouvelle lune: et les vaisseaux armés ne peuvent les parcourir que du 20 Avril au 21 Novembre.

Ce chenal de Malamocco, creusé depuis 1721 jusqu'à 1730, a été dragué à une profondeur de 15 pieds 10 pouces: il n'offre maintenant sur presque tous ses points, même pendant la haute mer, que celle de quatorze pieds. On y fait chaque jour usage de machines à draguer. **) Elles doivent être construites de manière, qu'elles restent à l'ancre et qu'on puisse les employer même pendant les plus violentes tempêtes. On les a donc placées sur un radeau de quarante pieds de longueur sur 23 de largeur. L'effet d'une de ces machines est de draguer par heure à une profondeur de 12 à seize pieds, une masse de vase de $4\frac{1}{2}$ toises cubes. Trois de ces machines n'ont pu suffir jusqu'à présent pour prévenir l'envasement du canal et le maintenir dans la profondeur qu'il avoit reçue depuis 1720 jusqu'à mille sept cent trente.

Il y a lieu de s'étonner que les Vénitiens ne se servent pas de chameaux pour tenir à flot leurs vaisseaux de guerre dans le canal de Mala-

*) V. mon architecture-hydraulique Vol. II.

**) V. la description que j'en ai faite dans le 5^{ème} tome de l'architecture-hydraulique, pag. 161 etc.

mocco. *) A l'aide de ces chameaux les Hollandois conduisent leurs vaisseaux du Suidersée sur le Pampus à Amsterdam. Deux chameaux flanquent le bâtiment qu'on veut transporter et aux sabords duquel ils sont amarés de manière que les cables attachés aux chameaux environnent leur quille comme celle du navire. On fait jouer les pompes pour vider l'eau que les chameaux contiennent, et leur soulèvement entraîne celui du navire par la pression hydrostatique.

Les lagunes, les canaux, qui de la mer prennent leur cours à Venise, ceux de la ville même éprouvant annuellement un exhaussement dans leur lit, il est important d'arrêter ces encombrements. On a peine à concevoir que Venise ne porte pas toute son attention sur un point si essentiel, d'où dépend sa prospérité et sa conservation; qu'elle abandonne à eux mêmes les fleuves et les canaux qui sont la source de ses richesses et de sa gloire; qu'elle s'accoutume à livrer les fruits de son commerce et de son industrie à la merci des inondations et des tempêtes et qu'elle ne s'empresse pas à prévenir par de légers sacrifices des désastres qui préparent sa ruine! Peut-on compter pour quelque chose les palliatifs dont Venise a fait usage? au lieu d'employer les grands moyens de l'art elle a partiellement consacré des sommes médiocres qui n'ont produit aucun résultat. Voilà de ces faux calculs, que l'observateur judicieux remarque presque dans tous les gouvernements excepté dans ceux des grands hommes.

Au seizième siècle une commission, formée des Patrices fut nommée, il est vrai, pour délibérer sur l'amélioration des ports et des lagunes, mais quels furent les résultats. Il ne fut pas même défendu aux pêcheurs et aux propriétaires de quelques îles d'accélérer par des pilotages l'ensablement des lagunes, qui appartiennent à l'état. C'est que ces travaux tournoient à l'avantage des riches; que l'impunité semble être l'apanage des grands possesseurs, et qu'à Venise comme ailleurs, les intérêts de

*) Les chameaux sont des nefs de vaisseaux remplis d'eau.

l'état ont été défendus avec mollesse, et que le bien général doit céder au bien être individuel.

Les particuliers s'étoient emparés des terres dans les lagunes: le gouvernement en reprit la propriété à prix d'argent. Ainsi toutes les lagunes sont actuellement partie des domaines. Des anciens pilotages, on n'a laissé que celui qui indiquoit les bornes des voies d'eau et le gouvernement se bornoit alors à prescrire des lois très réfléchies pour prévenir les encombrements dans les canaux de la ville.

On a formé les projets suivants pour l'amélioration des lagunes: quoiqu'ils soient inexécutables, le bon esprit qui les a dictés leur donne une sorte de célébrité. En mille cinq cent soixante le mathématicien Canaro conçut celui de construire une digue sur les Lidi le long de la côte, de creuser un seul canal à travers les lagunes, de la border par deux digues et de dessécher le reste des lagunes: on doit à Frascataro celui de réunir dans un seul lit tous les fleuves et les rivières et de ne laisser dans les lagunes que deux grandes passes et qu'un grand bassin ou réservoir.

L'effet inévitable de ces projets seroit de suspendre le courant de la marée montante et descendante dans les nombreux canaux qui traversent Venise, de les encombrer conséquemment et de faire de cette ville un lieu malsain, infecte et bientôt inhabitable. Les ingénieurs seront donc convaincus de l'impossibilité de mettre ces projets à exécution.

Deux conditions essentielles doivent être attachées à l'amélioration des ports et des canaux près de Venise; l'une de ne pas porter dans les passes un volume d'eau assez considérable pour les inonder durant la haute marée; l'autre que ce volume suffise pour que le courant du reflux soit assez fort pour entraîner avec lui la vase et le limon qui pourroient encombrer les canaux.

Pour y parvenir, observons que le vent du Nord-est ou le vent Grecco est le vent dominant qui produit les tempêtes et qui d'Istrie amène

et dépose les matières limoneuses et sabloneuses le long des Lidi. Il faut donc opposer à ces matières des ouvrages, qui leur ferment l'entrée dans les passes et dans les ports de Venise. Les épis atteindront ce but. Ils n'auront pas à craindre les attaques du vent de Nord-Est, parceque les lames qu'il soulève ne font que raser le flanc des Lidi. Par la même raison il ne peut beaucoup endommager les digues situées sur les Lidi, parcequ'il n'y lance les lames qu'à angle aigu. Observons encore que ces digues, ainsi que Venise même, sont soumises à la funeste action des vents d'Est et du Sud-Est. Le premier jette à angle droit, les lames contre les Lidi; il souffle dans la passe de la mer de Malamocco; il enfle et précipite les vagues de cette mer dans la direction de Venise même. Il me paroît donc nécessaire de détourner les lames de vive eau de la passe des lagunes près de Malamocco. Je crois qu'on y réussira, si l'on construit une digue E C D, Tab. I, qui traversera le canal de Spignon de Campana et de Poveglia *); si l'on conduit cette digue à la tour située en face du fort Albéroni; si on l'étend de ce fort à un autre bastion et de ce bastion à celui de Poveglia, enfin si l'on donne à cette digue une direction C D, telle, que le profil du reflux ait une large dimension près de Venise, et rétrécisse progressivement dans son cours: alors le courant des eaux qui refluera de Venise pendant la marée descendante, aura abandonné un profil évasé pour couler à travers un profil resserré. Ainsi la vitesse augmentera dans le canal de Malamocco, et il aura assez de rapidité pour chasser les parties sabloneuses, et pour purger ce canal et celui du St. Esprit (St. Spirito) et le port même de Malamocco: car la vitesse de l'eau est en raison inverse du profil.

Mais pour ne pas priver les lagunes des eaux de la mer, pour prévenir leur encombrement, pour retenir en même tems le courant de la

*) Cette digue dont je propose la construction est marquée sur la carte Tab. I, par une ligne rouge.

marée dans son profil borné par la digue E, C, D, il ne faudra élever cette digue qu'à un pied au dessus du niveau de la basse mer ordinaire dans les lagunes. Par ce moyen la haute mer ordinaire pourra la surmonter près de la passe de Malamocco encore de deux pieds et la partie de la digue située dans les lagunes d'un pied: et par conséquent les eaux de la haute mer s'étendront aussi loin dans les lagunes qu'aujourd'hui.

Je pense qu'on pourroit construire cette digue avec des Sinkstucken, *) ouvrages qui sont formés de plusieurs corps de fascines et de tunages. Cette construction a été exécutée avec succès en Hollande et surtout au port de Nieuwendiep. Ces Sinkstucke placés à deux pieds au dessus du reflux ordinaire dans les lagunes, le sommet de la digue ainsi que ses deux talus seroient couverts de lest de briques et de gros blocs de pierres dures. Ceux-ci pouront être tirés des montagnes d'Eugano; les autres pierres et le lest seroit pris dans les ruines des châteaux de Treviso, d'Este, et de Monselice ou extraits des carrières de cette dernière ville. Je conseillerai aussi de bomber le sommet de la digue, de lui donner une largeur de vingt quatre pieds**) et d'y enfoncer des ducs d'albes ou de samarres. Quatre pieds sur chaque pied de base suffiront à son talu extérieur qui fait face à la mer et trois pieds au talu intérieur; chacun de ces talus devra avoir un pied de hauteur. On sera convaincu que la marée descendante ne pourra surmonter la digue ou la jettée à cause de sa hauteur, et que le courant de la marée descendante fluant des lagunes dans la mer adriatique, devra donc prendre trois directions principales: l'une par l'embouchure de St. Nicolas et Erasmo; la seconde par le canal de Malamocco ou le long de la digue projetée, et la troisième par l'embouchure près de Chioggia. De ces trois passes, le canal et l'embouchure de Malamocco est celui dont le lit a le plus de profondeur, il doit donc attirer un plus grand volume

*) La construction de ces Sinkstucke est détaillée dans le premier volume de mon architecture hydraulique, pag. 292.

**) C'est à dire la digue aura la largeur de 24 pieds au point auquel est élevée la basse mer, car la tête ou la couronne de la digue sera bombée.

d'eau et avoir plus de vitesse; et l'action des vents du nord devant augmenter la vitesse du courant de la marée. Le canal par cette action même s'approfondira peut être: et comme le courant de la marée réfluante baisse d'un pied, qu'il aura un profil resserré entre la digue E C D projetée, entre l'île de Murano et Venise: la vitesse des eaux pendant le reflux augmentera dans le courant des canaux de Venise, et cette augmentation de vitesse les garantira de l'encombrement. Ayant dit qu'il falloit mettre Venise et les lagunes à l'abri des hautes lames de la mer, je dois démontrer que cet effet sortira de la digue projetée. Jusqu'aprèsent les ouragants soulevoient les lames et les précipitoient jusque dans les lagunes, mettoient en mouvement toute la masse de ses eaux qu'elle jettoient sur Vénise même. Mais suivant notre projet, les lames de la mer venant à heurter contre la digue, leurs racines ne s'abaissent pas au dessous du sommet de la digue; elles y seront coupées: elles n'exerceront donc leur effet sur la masse des eaux des lagunes qu'à un pied au dessus du reflux ordinaire, puisque la digue aura cette élévation.

Afin de donner au courant de la haute mer un cours régulier à son embouchure entre les forts de St. Pierre et Albéroni, afin que la vitesse de la marée descendante soit augmentée dans le chenal de Malamocco, ainsi que dans les canaux de Venise, je propose de retrancher l'épis E, F, Tab. I, qui est le plus long parmi ceux placés à l'embouchure du canal de Malamocco. Cette suppression favorisera aussi l'entrée des batiments, poussés par les vents du Nord et du Sud - Est; et aucun vent ne pourra alors empêcher leur sortie. D'autres avantages auront lieu: 1) Si l'on resserre par une digue le canal della Grazia, la où il entre dans celui d'Orfano. A l'aide de cette digue, le courant de la marée descendante entrera dans le canal d'Orfano et la vitesse de ce courant étant augmentée, elle approfondira le canal même. L'exécution de ce projet deviendra facile si les Vénitiens consentent à supprimer les petites embarcations sur le canal della Grazia.

2) Pour augmenter la vitesse du courant dans ce canal d'Orfano, il me paroît indispensable de faire une tranchée (X Tab. I.) dans l'île qui masque ce canal, *) et de construire une digue qui se prolongeroit de St. Servolo jusqu'aux flancs de l'île. Son sommet devra s'élever de trois pieds au dessus de la basse mer; afin que les eaux pendant le flux ordinaire puissent être contenues dans le nouveau canal X, et dans celui d'Orfano. J'assignerois l'emplacement de cette digue au dessus du canal qui conduit au Lazaretto vecchio, dans le cas qu'on jugeroit ce dernier canal inutile.

3) Les marées montantes entrent par les embouchures près des forts St. Nicola et Erasmo et en viennent pour se jeter dans les chenaux de St. André et du nouvel hospital. Pour leur donner un courant plus rapide; pour approfondir ces canaux et ces embouchures; pour garantir Venise et le canal Maranzano des attaques de la haute mer de vive-eau, je crois qu'il seroit nécessaire de joindre le fort St. André et les deux petits forts (vid. Tab. I) à l'île la Vignole. Cette réunion s'opéreroit par la digue T, Z, dont l'élévation seroit un pied au dessous de la haute mer ordinaire.

Ainsi par l'exécution de mes projets, dans les saisons même équinoxiales, Venise, se trouveroit à l'abri des lames de la haute mer, qui prennent actuellement une facile entrée par l'embouchure de St. Erasmo et du côté de Malamocco, et tombent en partie sur la ville; ainsi les courants du reflux auront plus de force, les marées plus de régularité; ainsi les vases disparaîtront des canaux de Venise, des ports et des chenaux. Alors naîtra une plus grande salubrité, parceque l'agitation des eaux, devenues plus fortes dans les canaux de Venise, entraînera les miasmes malfaisans; afin que Venise et ses canaux n'aient plus à redouter les ravages de la mer et des vents,

*) Ce canal projeté ou la tranchée est marquée sur la carte Tab. I par deux lignes rouges.

SECONDE PARTIE.

DE

LA CONSERVATION DES ILES LIDI, SITUÉES ENTRE BRONDOLLO ET
VENISE. Tab. I et II.

Les plus fortes lames sont soulevées par le vent d'est, il attaque perpendiculairement les Lidi : de là naît la difficulté de conserver les digues qui les protègent. J'ai démontré dans mes observations préliminaires, que les digues sont nécessaires pour empêcher l'irruption des hautes lames dans les lagunes, irruption qui causeroit la ruine de Venise, principalement dans les cas où les lames ne rencontreroient aucune barrière artificielle, pour les empêcher de surmonter les Lidi entre Brondolo et St. Nicolo. Pénétrés de la nécessité d'entretenir ces digues, les Vénitiens ont employé plusieurs millions à leur construction : en voici la description. Elles commencent au fort Quatro - Cantoni, se prolongent jusque près de Brondolo où elles se réunissent aux dunes près de S. B. Marino (Tab. I). Quand elles sont construites en pierres, elles portent le nom de Murazzi. Leur épaisseur et la forme de leur profil (Tab. II) ne les a pas mises à couvert de la destruction; elles ont encore été rompues les douze mai et seizieme juillet mille huit cent deux.

Les Lidi s'avançoient autrefois plus loin dans la mer, et elles y avoient une plus grande élévation. Les digues n'étoient alors construites qu'en terre, Tab. II, Fig. I. On plantoit en avant des tamarins, parce que cet arbre croît s'il est constamment arrosé par les eaux de la mer.

Quelques parties cependant étoient formées de terre et de sable; telle est encore celle qui de Quatro - Cantoni s'étend jusque près de Malamocco. C'étoit la forme du talu qui donnât alors à la digue sa solidité, parceque les lames glissoient sur elle sans l'endommager; surtout si du côté de la mer le talu étoit revêtu de fortes couches de terre glaise. Je pourrais m'appuyer ici des exemples des digues de la Hollande; mais ce seroit répéter ce que j'en ai dit, dans le quatrième tome de mon architecture - hydraulique.

La ruine de ces digues donne la conviction qu'elles n'étoient pas assez élevées, ou qu'on avoit négligé de fortifier leur base et celle de la plage. Elles furent donc détruites à différents intervalles et la mer gagna progressivement les lagunes. On voulut alors protéger les passes de la mer par le moyen des pilotages. Les pilotis étoient enfoncés à travers les ouvrages de fascines et les entrevous étoient comblés avec des pierres. Ces ouvrages verticaux doubler la force des brisans; aussi furent ils tous rompus en 1661. On imagina dès lors, de placer en avant des digues, qui longoient la mer, des épis en caissons, construits de pilotis et de leur donner une pente vers la mer. Ces épis éprouvèrent le même sort et furent détruits un an après. On les remplaça par des ouvrages en pierres perdues et par des digues élevées à huit pieds au dessus des Lidi. Tentatives infructueuses! En mille sept cent huit les lames de la haute mer renversèrent tous ces travaux. Ce fut alors qu'on submergea près des épis des caissons remplis de pierres et les grands ouvrages furent soutenus par des pieux, Tab. II, Fig. IV, V et VI.

Il en résulte que les lames, venant à se briser sur ces travaux verticaux, retombent avec force sur le talu intérieur de la digue, ce qui entraîne sa ruine entière et j'ai représenté sur la Tab. II la manière dont les brisans se précipitent sur ces ouvrages verticaux et les attaquent. J'ai retracé dans le 3^{ème} tome de mon architecture - hydraulique les funestes effets des ouvrages en pilotis et une triste expérience a convaincu les Vénitiens: que les pilotis déjà très dispendieux dans les contrées qui man-

quent de bois, sont, dans un intervalle de huit ans, rongés par de vers à tuyeau, ou volés par les habitans des Lidi, ou arrachés par la chute des lames, et que les clous qui les assujettissent s'occident par le contact habituel de l'eau de mer. Ces inconvénients n'ont pu arrêter la reproduction de ces ouvrages.

Sur les points où l'énormité des frais n'a pas permis d'employer cette manière, on a revêtu le talu de devant de deux à trois pieds de pierres: on lui a donné deux pieds de base sur un pied de hauteur et il se conserve très bien. L'ouvrage seroit certes plus solide si les pierres reposoient sur une couche de briques anguleuses ou brisées. Il seroit facile de les extraire des ruines des châteaux de Trévise de Monselice et d'Esté. Les avantages de ces constructions sont constatées par la solidité des ouvrages que j'ai vus et examinés en Hollande, *)

Aussi les digues sur les Lidi n'ont-elles pas toutes une hauteur égale: sur l'île de Malamocco, cette hauteur est tantôt de 8 pieds 6 po. tantôt de 9 pi. 2 po. et enfin de 9 pi. 6 po. au dessus du flux ordinaire dans les lagunes, voyez Tab. II, Fig. IV, Fig. II et VI. Cependant la hauteur de la digue, d'après les ordonnances publiées dans le tems de l'aristocratie, devoit avoir dix pieds au dessus du niveau du flux ordinaire; mais cette ordonnance n'a jamais été exécutée; et quand bien même elle eut reçu son exécution, l'élévation qu'elle prescrivait n'auroit pas suffi, puisque cette hauteur n'égale pas celle des hautes lames pendant les ouragans. Je pense qu'on devoit donner à toutes les digues sur l'île de Malamocco une hauteur de douze pieds au dessus de la haute mer ordinaire dans les lagunes: c'est l'unique méthode d'empêcher que la crête de la digue ne soit rompue par les brisans. L'expérience ayant démontré le peu de solidité de ces ouvrages en pilotis; la commission chargée de la direction des travaux hydrauliques de Venise choisit parmi les moyens qui devoient opposer une plus grande résistance à la mer celui de construire un mur Tab. II, Fig. VII,

*) On en trouve la description dans le 2^d tome de l'architeceure-hydraulique.

avec de grands blocs de marbre. Ces murs remplacèrent en 1740 l'ancienne digue et furent élevés à une hauteur de dix pieds au dessus de la haute mer, dans les lagunes sur l'île de Malamocco et près de Chioggia à sotto Marino. Je me contente de remarquer ici que les joints supérieurs sont cimentés avec du mortier de pozzolane.

Quelque tems après l'orsqu'une nouvelle expérience eut prouvé que la digue de terre établie en arrière de ce mur, étoit trop victorieusement attaquée par les lames qui la surpassoient, on fit construire de plus forts ouvrages en pierres, Fig. XI. Le point le plus haut des Murazzi construits sur l'île de Pelestrina présente une élévation de 12 pieds 1 po. au dessus du flux ordinaire dans les lagunes; il est pourtant surmonté par les brisans parceque la digue n'a pas un assez grand talu. On trouva, en 1760, que cette construction si couteuse ne produisoit pas son effet. Les Vénitiens firent alors sur la digue deux bermes de pierre et appliquèrent de même à ces ouvrages le nom de Murazzi, Tab. 11, Fig. XIII. Le sommèt est élevé de 12 à 14 pieds au dessus du niveau du flux ordinaire dans les lagunes. Cette digue est devancée par un ouvrage à pierres perdues. Comme les lames surmontent ces Murazzi, on a bâti en arrière d'eux une berme (a) en pierres, Fig. XIII. Ce n'est qu'en quelques endroits qu'elle s'étend sur le sol des Lidi, et en d'autres elle est remplacée par des berges de terre. On ne rencontre ces Murazzi que sur l'île Paelestrina et près de Chioggia. Quoiqu'ils aient coûté des sommes énormes on n'en peut attendre des effets certains, à cause de leur position verticale aussi en 1802 encore ils furent rompus sur quelques points. En avant de ces Murazzi on a construit des épis perpendiculairement placés, voyez Tab. I, sur le rivage et à différents espaces. Ils ont presque tous une longueur de deux cents pieds, Tab. 11, Fig. VIII, IX, X et XIV. A la tête (Fig. VIII, ces épis sont élevés de trois pieds et à leur racine k de six pieds au dessus du flux ordinaire. Ils sont chargés sur les côtés et en avant (Fig. XIV) de pierres perdues; les pierres sont tirées de l'Italie. Au tems du flux ordinaire la profondeur de l'eau le long de ces épis est de quatorze à quinze pieds.

L'exécution des plus grands Murazzi Fig. XIII, eut eu lieu de la manière suivante. Quand on eut jetté les fondemens de *c* et *d* sous le corps essentiel et qu'on les eut couverts de mortier ordinaire, on établit sur les côtés de l'ancienne digue de terre (*b*) des blocs de marbre *b*, *i*, toisant depuis vingt quatre jusqu'à quarante huit pieds cubes; et on les éleva jusqu'au niveau du reflux. A partir de ces couches de marbre on employa, pour unir les parties de l'ouvrage le mortier de Pozzolane mêlé, à parties égales, avec de la chaux; mais pour base aux grandes pierres de taille (*f*), on amalgame de la pierrail (*o*) avec le mortier.

Les grands libages arrivent d'Istrie par mer. Une barque porte un poids de 100,000 livres poids de Venise et quatre pieds cubes donne celui de 1000 livres. Enfin leur placement est trop clairement représenté sur la planche - citée pour qu'une nouvelle description soit ici nécessaire. Remarquons seulement que c'est là où la digue est différemment construite (voyez Fig. XII) que les deux côtés des racines d'un épis conservent cependant, sur une largeur de trois à quatre toises la construction décrite; c'est ce qui est indiqué en *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, Fig. dix.

J'ai déjà observé que cette construction si dispendieuse n'a pu résister à l'impétuosité de la mer, parcequ'elle oppose aux lames un ouvrage vertical, qu'elle augmente conséquemment la véhémence des attaques et qu'elle doit céder à celle des brisans: de plus le pied de la digue (Zoccolo) n'est point défendu par un fort ouvrage à pierres perdues (Scoliera); et comme elle n'est pas assez inclinée, les brisans s'y précipitent, et déplacent les grandes pierres: le déplacement est encore facilité par le froid qui fait fendre le mortier de Pozzolane et par l'eau de la mer qui dissout le mortier exposé à l'influence atmosphérique.

La partie des Murazzi qui se trouvent endommagé a donc été démolie et reconstruite depuis la manière employée en 1778, Fig. XII. On exécuta d'abord cette construction sur l'île de Pelestrina et on éleva la digue de 8 pieds 7 pouces jusqu'à dix pieds au dessus du flux ordinaire dans les lagu-

nes; mais le vice de cette construction deviendra sensible si l'on fait attention à la mobilité des petites pierres rondes et lisses qui revêtent le talu (a) de la digue; au peu de talu (b) que l'on a donné à l'ouvrage à pierres perdues, et enfin à l'insuffisante élévation de la digue, dont le sommet est surmonté de trois pieds par les plus hautes lames. On ne sera donc pas étonné si elles surpassent la digue on le sera moins encore que les petites pierres qui couronnent le talu soient emportées; elles ne peuvent s'y fixer, étant placées sur des nattes de roseaux qui présentent une base trop lisse.

Quelle est frappante la différence entre la construction de ces digues et celles de la Hollande*) Que celle-ci est bien plus économique et que sa stabilité est bien plus grande pour braver les attaques des brisans! Celle-là n'excite dans l'âme qu'un sentiment triste, elle ne montre que d'insignifiants essais qui ont coûté des millions; elle dévoile l'état imparfait de l'architecture - hydraulique dans le pays de Venise. Cette science offroit cependant des ressources infinies pour préserver cette ville de sa ruine: on n'a pas su les mettre à profit! Que s'en est-il suivie? Les fleuves se sont ensablés, leur lit s'est constamment élevé; à la place d'ouvrages, fondés sur des principes approfondis et qui eussent protégé les côtés, on ne voit que des digues imparfaites et des épis qui sont loin d'atteindre le but. Une partie de ces digues fut encore détruite en 1802 et je prouverai bientôt que les épis actuels ne sont d'aucune nécessité.

Après avoir parlé des ouvrages qui ont été exécutés jusqu'à ce jour, il est dans l'ordre que je présente mes conceptions et que je développe les moyens que je crois propres à garantir Venise et les Lidi à l'aide des digues. Il s'agit d'améliorer les ports et les chenaux et de préserver Venise de l'encombrement. Je propose: 1) de supprimer, sur l'île de Malomocco les ouvrages en pilotis Fig. quatre, cinq et six Tab. deux, et qu'on exécute encore à présent. Analysons les motifs qui nécessitent cette suppression: l'expé-

*) Voyez l'architecture - hydraulique Tab. 47.

rience dénote suffisamment que ces ouvrages sont très nuisibles *). Il ne faut qu'un intervalle de huit ans pour voir le bois rongé par le ver à tuyau; la force des lames déracine les pieux, celle des ouragans les précipitent contre les digues qui sont dégradées par ces atteintes; dans un pays où le combustible est cher les habitants des Lidi arrachent les pieux; l'eau de la mer fait occider les clous de fer. D'après ces motifs, le plus grand avantage qu'on puisse retirer de ces ouvrages, seroit donc d'arracher les pilotis et de vendre le fer et le bois. 2) Donnez à la digue un talu et une hauteur tels qu'elle puisse résister aux brisans. Je crois avoir évidemment démontré que l'attaque des vagues contre les digues est sans effet quand elles y rencontrent un grand talu sur le quel elles glissent. *) Ce phénomène acquiert une nouvelle preuve du rivage même de la mer. Ce n'est que du sable; et cependant il reste intact quand il présente un grand talu; il faut pour qu'il soit entamé que le courant du flux soit plus violent qu'à l'ordinaire. C'est une observation que j'ai faite souvent dans mes voyages sur les côtes de la France et de la Hollande. A Blankenburg en Flandre; près de S'gravesande dans la Sud - Hollande, des talus de sable de 9 à 14 pieds de base sur chaque pied de hauteur, résistent à la mer; nouvelle preuve de l'utilité des grands talus.

Quant à la dimension à donner au talu d'une digue en pierres, j'en ai également parlé dans mon architecture - hydraulique. J'ai prouvé par l'expérience qu'il suffit de donner aux digues le long du rivage un talu de trois pieds sur un pied de base, cette dimension est applicable aux digues dont je propose la réforme. Mais le talu devra avoir une dimension plus grande, quand il s'agira des digues de mer qui empiètent sur la mer même, et surtout s'il-y-a une grande différence entre le reflux et le flux de vive-eau. Je citerai pour exemple la digue en avant de la rade de Cherbourg: le talu à côté du large a été battu et aplani par les brisans jusqu'à ce qu'il eut dix pieds sur chaque pied de base.

*) Tome 3^{me} p. 90 de mon architecture-hydraulique.

3) Sur les digues des Lidi le talu à côté du large ne devra être chargé de pierres qu'à une hauteur de cinq pieds audessus du flux ordinaire ; parceque l'expérience prouve que, plus haut, un talu en terre ou en gazon se conserve très bien sur ses digues.

4) Là où la digue doit être construite d'après ce profil, là où les Murazzi doivent rester à cause de leur forte construction, l'enrochement qui est devant cette digue sur l'île de Paelestrina et vers Coroman devra recevoir un talu de quatre pieds ; et il n'en aura que trois sur l'île de Malamocco, parceque, durant les tempêtes, elle n'est pas si violemment assaillie des eaux de la mer que celle de Paelestrina.

La digue de Malamocco (Fig. II et III.) prouve encore : que la construction de digues de grand talu est la seule qui ait une force proportionnelle à celle des vagues, car quoique les pierres dont elle est chargée n'aient qu'un demi-pied cube, le talu cependant résiste à l'impétuosité des vagues, excepté là où le talu a une forme concave. Mais pour que ce talu reste inébranlable à l'assaut des plus fortes lames, il faut le charger de gros blocs de pierres, que l'on placera sur une couche de lest de briques. Ce lest est propre à servir de base aux grands blocs de pierres, parceque ces fragmens de briques sont anguleux et que l'ancien mortier qui leur est resté attaché reprend sa ténacité, quand il est humecté : on les employe en Hollande à la même fin ; et je m'en suis servi avec succès aux fondemens des chaussées et à la construction des talus en pierres.

5) Relativement à la hauteur de ces digues de la mer, on peut à peine en croire ses yeux, quand on voit cette dimension varier d'un point à un autre, quand elle n'égale pas même celle des plus hautes vagues. Faut-il s'étonner que, sur plusieurs points, elles aient été détruites en 1802 ? On devrait présumer que cette triste expérience ameneroit une méthode de construction plus sûre, plus systématique, plus conforme aux règles de l'art : cette méthode a été entièrement négligée ! Veut-on ne pas abandonner au hazard le sort de Venise et des lagunes : qu'on élève la digue de Malamocco jusqu'à une hauteur de 12 pieds, celle de St. Pietro à celle de 13

et vers Chioggia à celle de 14 pieds au-dessus du flux ordinaire dans les lagunes; c'est à peu près comme si on élevoit de deux pieds les parties les plus hautes du sommet de la digue: la différence que j'indique entre ces hauteurs est motivée sur ce que la mer attaque plus violemment la digue de Chioggia que les digues de Malamocco.

6) Qu'on multiplie la plantation des doyas et des tamarins dans les dunes vers Brondolo et sur les digues de sables près du fort Alberoni. Cette plantation y a été trop négligée jusqu'à présent.

7) Là où la crête de la digue sera faite en terre, on ne lui donnera qu'une largeur de six à huit pieds, parce que la terre dans ces parages est très propre à la construction des digues.

8) Le talu intérieur aura d'un pied et demi à deux pieds sur un de hauteur.

9) Je conseille de démolir les épis en pierres, comme inutiles et trop coûteux. Il est de principe constant et pratique dans l'architecture - hydraulique: que les épis ne sont utiles que là où le courant du flux est un peu fort; mais, et c'est le cas dont s'agit, où le courant du flux et du reflux n'a qu'une vitesse très modérée, où le courant ne parcourt pas un espace d'un tiers de pieds par seconde la digue n'en a pas à souffrir, elle aura seulement à résister au choc des vagues et des brisans, auxquels j'oppose le talu de cette digue fortement incliné. Observons encore que la mer ne déposant point de sable sur ces points les épis ne sauroient contribuer en rien à l'exhaussement de la plage. Preuve évidente de l'inutilité de ces épis construits à si grands frais. Ceux qu'exigera l'enrochement des gros blocs de pierre en avant des digues et sur leur talu seront diminués de beaucoup si l'on peut employer à cet usage ceux qui proviendront en grand nombre de la démolition des épis. Ainsi avec la plus sévère économie on obtiendra une amélioration et un perfectionnement que des siècles de travaux et des sommes immenses ont à peine ébauchés. Tels sont les moyens que je propose pour garantir, les rivages de la mer et Venise et les lagunes.

TROISIEME PARTIE.

DE

L'AMÉLIORATION DU COURS DE LA BRENTA DU BACCHIGLIONE ET DES
CANAUX ENTRE VICENCE, PADOUE, VERONE ET L'ADIGE.

voyez Tab. III.

La Brenta est le fleuve le plus important du pays de Padoue. Il prend sa source dans le Tyrol méridional, traverse les lacs de Caldonazzo et Levico, reçoit la rivière Cismon, et arrose de vastes plaines audessous de Bassano. C'est ici qu'il perd la moitié de ses eaux, qui se partagent avec profusion en quatorze canaux d'irrigation. Ils n'auroient pas besoin d'un si grand volume d'eau, ils n'en priveroient pas le fleuve, si les rigoles étoient bien conduites, et si les eaux ne servoient qu'aux besoins de l'agriculture. La Brenta conserveroit alors une profondeur suffisante pour la navigation près de Stra; elle pourroit emporter les sables qui encombrent encore son lit. Il seroit possible même d'augmenter la masse des eaux de la Brenta si on leur joignoit celle de la rivière Tergola à l'aide du ruisseau Piogo.

A des époques très reculées, peut-être même jusqu'au 13^{ième} siècle, la Brenta confluoit dans les lagunes près de Fusine et avoit son embouchure dans la mer près de Malamocco. Elle déposoit dans ces lagunes les sables et les terres qu'elle charroyoit du continent. Ces lagunes en furent comblées, et les canaux de Venise même coururent risque d'être obstrués. Soit qu'on voulût ralentir le cours de la Brenta, moyen diamétralement opposé à celui qu'on doit employer pour prévenir les inondations; soit qu'on voulût favoriser la construction des moulins près de Limena et de Padoue, on

ouvrit à une très grande partie des eaux de la Brenta un passage par le canal Brentella. Ce canal creusé en 1314 et qui joint ses eaux à celles du Bacchiglione, a, près de son embouchure, non loin de Limena, une largeur de dix huit pieds. Pour garantir les rives du Bacchiglione des eaux de la Brenta, quand elle est dans son accrue, il faudroit pouvoir fermer le canal Brentella avec des poutrelles. Il y avoit jadis à la naissance de ce canal neuf empèlements qui présentoient dans leur ensemble une ouverture de vingt et un pieds. J'ignore pourquoi on ne les a pas laissés subsister, ils auroient défendu aux hautes eaux de la Brenta l'entrée dans le canal Brentella. Aussi la Brenta est privée de ces hautes eaux qui auroient entraîné ses sables. Elle en fut donc surchargée entre Limena et Stra, d'où elle prit le nom de Brenta-Vecchia. Sa largeur est de 80 jusqu'à 95 pieds; ses digues ont une élévation de 14 à 15 pieds et demi au dessus de l'étiage et surmontent le sol local de cinq à 6 pieds. Elles ne sont pas assez élevées en raison de la hauteur du lit du fleuve et sont quelquefois rompues dans le temps des accrues: ainsi les fertiles contrées de Padoue sont ravagées par de funestes inondations.

Il est donc évidemment nécessaire de donner à la Brenta-Vecchia plus de profondeur. On y parviendra: 1) si l'on retranche au dessus de Limena cette serpentine qui favorise à présent l'entrée des eaux de la Brenta dans le canal Brentella, entrée qui détourne celle des mêmes eaux dans la Brenta Vecchia et si l'on approfondit le lit de ce fleuve assez pour qu'il ait une pente régulière depuis Carterole jusqu'à Brondolo. Je nommerois cette pente, pente hydrotechnique, parcequ'elle imprimeroit au courant un mouvement uniforme ainsi que la plus grande vitesse possible et je détaillerais plus bas les effets de ce procédé. Cet approfondissement du lit de la Brenta n'entraînera pas des dépenses extraordinaires, parceque les terres extraites du lit de la rivière serviront à donner aux digues l'élévation indispensable. Et quand on aura fermé par des poutrelles la bi-fluence près de Limena, ou le canal Brentella dans le temps de ces eaux moyennes, on obtiendra un courant qui aura assez de vitesse pour charrier les sables et creuser le lit de la Brenta.

3) Si l'on donnoit au lit de la Brenta-Vechia une largeur égale à celle dont elle jouit à présent au dessous de Cartarolo entre des rives parallèles élevées à la hauteur des eaux moyennes. Cette largeur se porteroit à 90 pieds. Et pour atteindre ce but il suffira d'entamer, ici, une partie des rives sur un profil de quelques lieues, pour que le déblaiement serve à l'exhaussement des digues, là, de construire des épis en fascines pour resserrer le lit de la rivière. Il seroit efficace enfin d'exhausser les digues de deux pieds audessus des hautes eaux, afin que coulant entre ces barrières artificielles, elles puissent appliquer toute leur force à emporter ou à chasser les sables. Je remarque ici que les digues placées au dessus de Limena n'atteignent pas à ce but,

Avant de décrire le cours de la Brenta je crois devoir m'occuper de celui du Bacchiglione, parcequ'il est avec la Brenta dans un rapport hydro-téchnique. Le Bacchiglione prend sa source entre Vivaro et Cresole, reçoit les rivières Timonchio et Ozolo et au dessous de Vicence le ruisseau Tezina, Entre ce ruisseau et Vicence on a creusé, en 1365, le canal Bisato près de Longara: il reçoit les eaux du Bacchiglione et les conduit à l'Arco di Mezza près de Battaglia. Là, un canal de ce nom a été creusé en 1370; il tire ses eaux du Bachiglione près de Bassanello. Les eaux de ces deux canaux, Bisato et Battaglia, se rencontrent à côté de l'Arco di Mezza, parceque près de cette arche se trouve leur point le plus bas, et conséquemment le plus favorable à leur jonction. Le canal de Battaglia a une largeur de 50 à 60 pieds sur 5 de profondeur. Les deux canaux et le Bachiglione circulent autour des collines d'Euganée et sont navigables près d'Este.

Les canaux de Bisato, d'Este et de Monselice ont une longueur de 146292 pieds, mesure de Padoue. Leur pente est en proportion avec leur longueur comme 1 : 3483. Les eaux inutiles à la navigation sont dirigées par quatre épanchoirs et quelques vannes, entre Monselice et l'Arco di Mezza. Elles parcourent quelques ruisseaux pour de là se jeter dans le canal de Ponte-Longo. Pour y arriver, elles passent: 1) par les vannes à coulisse de Biancolin au dessus d'Arco di Mezza; 2) par l'écluse de Bagnarola

près de Monselice: cette écluse présente une largeur de quinze pieds; 3) par la vanne à coulisse della Rivella; 4) par l'Arco di Mezza même. Cette arche placée sur la rive gauche du canal Battaglia est un ouvrage très commode pour la direction des eaux de ce canal. Sur cette même rive est un déversoir à fond de seize pieds de largeur qui peut être fermé par des vannes. Ce déversoir est flanqué de trois coursiers, qui renferment douze roues à moulin. Vers Este est un déversoir à fond de quatre pieds de largeur; il est éloigné de 140 pieds de l'Arco di Mezza; vers Padoue, près de cette arche, se trouve encore un déversoir à trois vannes à fond, il a six pieds de largeur. Les eaux qui sortent de tous ces déversoirs tombent dans le fiume nuove et dans le canal della Cagnola, qui se joint près de Bovolenta, au bras du Bachiglione qui sort de Padoue. Le pertuis près de l'écluse de Bagnarola dans la quelle se décharge le canal Battaglia, n'est ouvert qu'à une hauteur proportionnelle à celle des eaux. Quand l'écluse est fermée, les eaux du canal font tourner quatre roues à Moulin, et les Moulins de Pernumia. Partie du superflu des eaux du canal Battaglia donnent le mouvement à trois roues de Moulin près de Rivella; le reste coule à l'Arco di Mezza. Je me permets de remarquer ici, que la construction des moulins près d'Arco di Mezza m'a paru vicieuse: celle du moulin à papier, surtout, demandant un changement total. Moyennant une écluse à sas, que l'on construirait près de cette arche, la navigation pourroit s'étendre d'Este jusqu'à Brondolo. Dans l'état actuel on est obligé de décharger et de recharger près de cette arche les objets de transport. Cette écluse que je propose, seroit donc d'une grande importance si l'on construisoit, entre St. Pietro et Venise, la digue E, C, D, Tab. 1, dont j'ai déjà présenté le projet. Les matériaux nécessaires à la construction, tels que les grands blocs de pierre seroient tirés des carrières voisines, et les bois de fascine pourroient être transportés par eau de Monselice à Brondolo et de là par l'écluse de Brondolo au canal de Paelestrina.

Avant de quitter le canal Battaglia T. III j'observerai: 1) que les rives sont très basses près de Battaglia, surtout celles du côté gauche, qui sont depuis un jusqu'à sept pieds au dessous des eaux moyennes de ce canal. Les di-

gues y ont une hauteur de 9 pieds; et l'on doit veiller scrupuleusement à leur conservation à cause de la vicieuse distribution des eaux du Bacchiglione dans le canal près de Bassanello; direction qui enlève au Bacchiglione une grande masse d'eau pour la dégorgier dans le canal même. Je remarque: 2) qu'il existe deux aqueducs pour conduire les ruisseaux de Pigozza et de Sette jusqu'au dessous du canal Battaglia, non loin d'Arco di Mezza: 3) qu'un autre aqueduc conduit, sous ce canal, près de Rivella, le scola ritrato et le scola della vali.

J'ai dit plus haut que le canal Bisato n'étoit navigable que depuis Este; je vais en détailler les raisons. Cinq vannes destinées à diriger les hautes eaux ont été, il est vrai, construites sur ce canal à côté de cinq moulins, mais on a oublié d'y placer des écluses ou des pertuis en nombre égal: c'est à dire, près de Costozza, Castagnero, Nanto, Barbaran et Albetton (voy. la carte Tab.III). Depuis Albetton de l'embouchure du Frassine, et plus encore d'Este le canal est navigable. Sa profondeur jusqu'à Longara est, pendant la secheresse, de deux pieds six pouces et sa largeur de trente trois pieds. A l'embouchure du Frassine, on a construit une écluse à vannes, pour defendre aux hautes eaux du Bacchiglione l'entrée dans le Frassine, quand elles surchargent le canal Bisato. Cette écluse cependant n'a pu empêcher que les digues du canal fussent endommagées, ni prévenir de fréquentes et funestes inondations. Et comme ce canal reçoit avec surabondance les hautes eaux du Bacchiglione et qu'avec ces eaux il enfile celle des canaux de décharge de St. Catherine, de Frassine, de Fratta et de Gorzon, il faudroit employer un barrage de poutrelles à son embouchure près de Longara. Dans le cinquieme tome de l'architecture-hydraulique en parlant des déversoirs projetés pour rendre navigable la rivière Morave, j'ai décrit la manière dont on peut faire usage des barrages à poutrelles. Cette construction serviroit utilement à l'embouchure du canal de Battaglia non loin de Bassanello.

Mais comme le Bacchiglione et le Bisato amènent des inondations très dangereuses surtout entre Vicence et Padoue, je présente quatre moyens pour les prévenir. Le premier seroit de couper les serpentines les plus nui-

sibles. Le second de construire à chaque moulin, bâti sur le Bacchiglione, deux déversoirs à fond, de donner à chacun vingt pieds de largeur. L'un deux, dans le cas qu'on ne voudroit pas construire des écluses à sas, remplaceroit un pertuis pour le passage des bateaux. Je préférerois cependant les écluses à sas.

Au dessus de l'embouchure de Bisato sont les vannes de Debba, que le Bacchiglione doit traverser. A côté des moulins, les ouvertures des coursiers ont ordinairement une largeur de huit pieds, et celles des pertuis sont de quatorze; ces pertuis sont fermés par des vannes. Quoiqu'ils affaissent la surface du fleuve, ils sont cependant trop étroits. On ouvre les vannes au moyen d'une roue dont le moyen reçoit la chaîne de la vanne. On trouve de ces pertuis près de Debba, à Perarolo, à Montegalda, à Cervarese, à St. Martin, à St. Trambacche, à Créola, à Salvazan et à Tencarola.

Le troisième moyen que je propose pour corriger le Bacchiglione est d'exhausser les digues de deux pieds au dessus des hautes eaux. Le quatrième est de donner au lit de cette rivière une profondeur correspondante à sa pente hydrotechnique, c'est à dire à la pente que le lit conserve entre Vicence et Bovolenta et entre Vicence et Padoue; de lui donner une largeur de 50 pieds; et plus haut celle de 40, parceque cette largeur répond à celle qui existe déjà présent entre les rives parallèles, et dans les parties régulières du fleuve. La pente actuelle du Bacchiglione est assez grande pour que la force du courant emporte et chasse les sables. La pente de la Brentella et du Bacchiglione, entre Limena et l'embouchure du canal Battaglia, est en raison de la longueur comme 1:3250. Cette force du courant obtiendrait plus d'intensité si l'on coupoit les plus grandes serpentines du Bacchiglione, et ces coupures favoriseroient en même temps la navigation.

Une autre partie du Bacchiglione, qui est celle qui commence à l'embouchure du canal Battaglia jusqu'à Bovolenta et qui baigne la ville de Padoue ne mérite pas moins notre attention. Le canal Battaglia a une profondeur de 6 à 8 pieds sur une largeur de 42 à 65, et le Bacchiglione, après lui

avoir donné $\frac{1}{2}$ de ses eaux, suit son cours vers Padoue. En avant de cette ville, il se divise en deux bras; l'un traverse deux voûtes, nommées *allicorne*, va baigner les murs de la ville et fait mouvoir les moulins de *Ponte-Corbo*; et va rejoindre une branche de l'autre bras qui coule à travers la ville. Le premier, à sa sortie de Padoue, reçoit le nom de *Bacchiglione di Roncasette*: il a son embouchure près du *Bovolenta* dans le canal *Ponte-Longo*. La pente, depuis *Bassanello* jusqu'à Padoue et *Bovolenta* est de 30 pieds 5 pouces 4 lignes: cette pente est avec la longueur dans la proportion de 1:962. L'autre bras du *Bacchiglione* arrose plusieurs quartiers de la ville de Padoue et passe le canal *Piovego* qui a une largeur de 60 pieds sur une profondeur de 4 pieds. A l'extrémité de ce canal se trouvoit près de *Stra*, la plus ancienne écluse à sas de l'Italie; on y voit encore les restes de ses bajoyers. On l'avoit regardée comme la plus ancienne écluse à sas qui ait existé en Europe: c'est une erreur que je crois avoir détruite dans mon architecture-hydraulique et dans le *Koninklyke* courant de *Haarlem* du 9 Janvier 1808. Ce sont donc les *Hollandois* qui peuvent s'attribuer l'invention des écluses à sas qui existoient dans la *Batavie* dès le 13^{ème} siècle.

Revenons à la *Brenta* que nous avons quittée près de *Stra* où elle reçoit les eaux du *Bacchiglione* par le canal *Piovego* et d'où son bras gauche prend son cours à *Dolo* et à *Brondolo*. On voit près de *Dolo* une écluse à sas qui a rendu inutile celle jadis située près de *Stra*. Elle sert à faire descendre à *Mira* sur la *Brenta-Morta* jusqu'à *Fussina* les bateaux qui font route pour *Venise*. A *Dolo*, à côté de cette écluse à sas, on voit plusieurs moulins mis en mouvement par la chute de l'écluse. Avant d'arriver à *Fussina* les ouvrages suivants appellent notre attention. 1) Le *Taglio di Mirano*, canal formé en 1606 du ruisseau *Muson*, qui coule près de *Castel-Franco*. Ce canal met en activité les moulins de *Mirano*, y devient navigable et communique ses eaux à la *Brenta-Morta*. Dans celle-ci coule la *Sergola* qui passe au dessous du canal dit *Taglio di Mirano*; ainsi que le *Lusore* et le *Muson-Vecchia*. Une porte d'écluse est placée sur la *Brenta-Morta* à *Mira* et à *Moranzan*. Au dessous du heurtor de la porte d'écluse à *Moranzan*, coulent les eaux du canal *Sopra-bondante del Mu-*

son-Vecchia. Ce canal construit en 1612 passe au dessous de la Brenta-Morta, flue dans le canal Sotto-bondante; celui-ci est navigable et còule dans les lagunes près de Dugaletto.

La Brenta avoit jadis, et même en 1488, son embouchure dans les lagunes à Fusina. Comme elle menaçoit d'ensabler les canaux de Venise et les lagunes, les Vénitiens résolurent de lui creuser un nouveau lit, de Dolo à Corte et à Conché; c'est la qu'elle prit le nom de la Brenta-Nuova ou le Brenton. Le nom du ruisseau qui entre encore près de Conché dans les lagunes, et qui est nommé Brenta-Vecchia, prouve que ce canal avoit autre fois son embouchure dans les lagunes près de Conché (voy. Tab. III). Dans la suite le Brenton augmentoit ses eaux par le canal de Ponte-Longo près de Bianca et fut conduit dans la mer non loin de Brondolo.

Le lit de la Brenta-Nuova a été creusé en 1488 au dessus de Dolo à quelque distance du ruisseau Brentelle. Ce ruisseau qui prend sa source près de Stra, passe au dessous du Brenton et de la Brenta-Novissima, et a son embouchure près de Conché. C'est sur ce point qu'il se jette dans les lagunes. Sous le Brenton près de Corte un aqueduc conduit les eaux du pays dans les lagunes.

On peut présumer que cette nouvelle Brenta n'aura pas été régulièrement creusée. Près de Corte, elle a une largeur de 170 pieds; près de Codovigo celle de 170; près de Chiesa di Campagna celle de 225; quoique près de Stra cette largeur ne soit que de 190 pieds. On ne s'est pas même conduit d'après la pente hydrotechnique: elle auroit dû être suivie depuis Limena jusqu'aux lagunes; et c'est d'après cette pente qu'on auroit dû former le lit du fleuve. D'après les nivellements faits en 1786, par les ingénieurs Scolfuoroti et Battagliola, la pente de la Brenta est, depuis Stra jusqu'à la mer, pendant le flux ordinaire et pendant le cours des eaux moyens, de 18 ps. 8 po. 2 lig.; mais de Stra jusqu'à Limena la pente est de 24 pi. 5 po. 5 lig. Celle de Stra jusqu'à la mer est avec la longueur dans la proportion de 1:7400; et celle de Stra jusqu'à Limena de 1:2812. Mais de Cartarola à

Limena cette pente est en rapport avec la longueur du fleuve de 1:2560. Suivant ce même nivellement la pente régulière depuis Cartarole jusqu'à la mer est de 4800 pieds de longueur sur un pied de pente. Concluons de cet état de choses qu'il faudroit donner plus de profondeur au lit de la Brenta depuis Limena jusqu'à Stra, pour abaisser sa surface: ce procédé offrira encore l'avantage de prévenir les inondations.

Le sol abaissé des contrées environnantes fait sentir les inconvéniens de la haute position de la Brenta et du Brenton. Au dessous de Stra et près de Codevigo, les rives sont depuis 9 pouces jusqu'à 6 ps. 5 po. plus bas que le Brenton. Les digues qui sont de 10 à 13 pieds plus élevées que les basses eaux devroient cependant être encore exhaussées de 2 pieds, parcequ'elles sont à présent surmontées par les plus hautes eaux qui les rompent. Le long du canal de Ponte-Longo, les rivages présentent au dessus des basses eaux une élévation de 1 pied à 2 ps. 9 po. et les digues celle de 11 ps. 5 po. La profondeur du canal est de 4 à 6 pieds et sa largeur, non loin de Brenton, est de 95 pieds. Dans les saisons arides le Brenton ne reçoit point d'eaux de la Brenta; il n'est donc navigable que dans celles des hautes eaux.

Dans le 15^{ème} siècle, les Vénitiens ont négligé de resserrer dans le lit du fleuve les eaux moyennes et les hautes eaux par des digues d'une hauteur et d'une forme proportionnelle: opération qui auroit donné une profondeur correspondante à la pente hydrotechnique. La suite de cette négligence a été d'augmenter les ensablemens; et cet effet causa des inondations qui endommagèrent fortement les digues. On commit en 1610 une autre faute non moins funeste; ce fut de former un nouvel embranchement par le canal Brenta-Novissima (voy. Tab. III). On fit prendre à ce canal son embouchure vis à vis de Mira: et il est vraisemblable qu'il l'avoit autre fois près de Dolo et que la Brenta-Secca étoit son lit. Près de Mira, la Brenta-Novissima passe au dessus du ruisseau Seriola: l'un et l'autre ont été creusés en 1610. Quoique petit, ce ruisseau est important pour Venise à qui il procure l'eau douce, qu'on y transporte sur des barques.

On a fait passer encore sous la Brenta-Novissima sept canaux de dessèchement par les aqueducs de Coran, de Lovas, de Conché, de Lugo, de Cornico, de Lavaizza et de Sciocco. Tous ces aqueducs, qui ont une largeur de 3 à 5 pieds, ont des portes pour fermer l'entrée du flux des lagunes dans les canaux intérieurs. La république de Venise a fait construire en 1610, le long de la Brenta-Novissima, une digue pour garantir les lagunes de l'irruption des hautes eaux de ce fleuve. Cette digue doit être conservée avec beaucoup de soin, afin que les sables, charroyés par la Brenta-Novissima, n'exhaussent pas les lagunes et les voies des eaux.

En creusant le Brenta-Novissima, au dessous de Dolo, on a privé le Brenton de la quantité d'eaux suffisante pour emporter les sables; car les profils sont en proportion avec la vitesse. On a donc été obligé de donner à la Brenta-Novissima une nouvelle direction et de l'ouvrir près de Mira. Le travail cependant n'auroit pas eu un effet si nuisible, si l'on eut donné à la Brenta-Novissima une largeur de 120 pieds; profil moyen du lit de la Brenta, si on l'eut réglé suivant la pente de Cartarole jusqu'à la mer et si l'on eut toute à fait abandonné le Brenton. Il auroit falu alors placer la bifluence de la Brenta-Novissima dans la Brenta-Secca près de Dolo; cela auroit favorisé l'écoulement de la Brenta. Des fautes si préjudiciables n'auront plus lieu désormais, parceque chaque gouvernement écouterà les conseils des ingénieurs éclairés de préférence à ceux des hommes dont la science se borne à de vains mots.

Après avoir exposé les moyens que j'ai cru propres à régler le cours du Bacchiglione et de la Brenta, je vais développer les corrections que je regarde comme essentielles. Elles ne se bornent pas à favoriser l'écoulement de ces deux fleuves: mais encore celui des canaux de dessèchement de Ponte-Longo, de Brenton-Vechia, de Fossa-Rebosola, (T. III,) Canaletta, de Cuori et de Gorzon *) Cette opération contribuera à bonifier le sort des contrées entre Vicence, Padoue, Vérone, l'Adige et les Lagunes.

*) Le canal de Gorzon a été creusé en 1570.

Avant de développer mes moyens d'exécution, qu'il me soit permis de rappeler quelques principes d'hydrométrie sur les quels je dois m'appuyer :

I.

Plus larges sont les profils d'un fleuve, moindre est la vitesse moyenne de ses eaux, et conséquemment moindre sera la force qui pourra emporter les matières: car la vitesse moyenne se calcule en divisant par le profil la quantité des eaux que le fleuve roule par seconde.

II.

Le courant d'un fleuve a la plus grande vitesse possible, quand ce fleuve coule sur un plan incliné entre deux rives parallèles et si son cours a le moins d'espace possible. Aussi la jonction de deux fleuves par un angle aigu augmente leur vitesse.

III.

Plus on abaisse le lit d'un fleuve, moins la surface peut s'élever. Les théorèmes suivants concernant les courants du flux et du reflux ont été prouvés dans le Tôme II, p. 477 etc. de mon architecture-hydraulique, d'après des observations que je crois aussi exactes qu'intéressantes. Pour ne pas excéder les bornes que je me suis prescrites, je me réfère au dit ouvrage sans rapporter dans ce mémoire les observations mêmes. Revenons ainsi à ces théorèmes.

IV.

La marée montante ne peut jamais monter jusqu'au point où les eaux du fleuve commencent à rétrograder.

V.

La pression que les eaux de la mer lors de la marée montante exercent contre celles du fleuve, dépend de la largeur et de la profondeur de l'embouchure; et ce profil détermine les limites de la rétrogradation des eaux du fleuve; d'où il s'en suit que, pour que l'élévation des eaux du fleuve soit plus éloignée de l'embouchure afin d'augmenter leur courant à la marée descendante, il suffit d'élargir l'embouchure; mais en même tems on la doit garantir des hautes lames de la mer.

VI.

La marée montante ne peut glisser sur les eaux du fleuve ni sur celles de la marée descendante à cause de la Cohésion de l'eau.

VII.

Dans les baies et dans les fleuves, sujets au flux et au reflux, la section la plus étroite est aussi la plus profonde.

VIII.

La marée qui se porte contre les eaux du fleuve a, depuis le large jusqu'à un certain point du fleuve, une pente positive, qui, à compter de ce point devient négative en remontant le fleuve: c'est à dire, que la surface des eaux s'élève en s'éloignant de l'embouchure.

IX.

Il suit du théoreme précédent que la surface des eaux rétrogrades approchera d'autant plus d'une surface horizontale que le fleuve sera dans l'état de l'étiage.

X.

La vitesse du courant rétrograde ne se ralentit que lorsque le reflux s'établit à l'embouchure.

XI.

La vitesse diminue, de la surface au fond, dans les courants sujets aux marées, comme dans les courants d'un fleuve.

XII.

Dans une embouchure régulière d'un fleuve, où le fil du courant de la marée montante prend la même ligne que celui de la marée descendante, et où par conséquent la plus grande profondeur est à peu près au milieu du lit, la surface du courant de la marée montante sera convexe et la surface de la marée descendante sera concave.

XIII.

Dans les baies et dans les embouchures des fleuves, la marée peut monter devant un rivage et descendre en même tems devant le rivage opposé. Il y a de ces contre-courants, qui contribuent beaucoup à ensabler les fleuves.

Puisqu'il entre dans mon plan de favoriser l'écoulement des fleuves et des canaux de dérivation que je viens de nommer, et d'abaisser leur surface je dois me diriger d'après les principes que j'ai rappelés et m'assurer si la largeur des fleuves leur est conforme. Je considère donc la largeur de ces canaux et ensuite leur embouchure commune.

Le Brenton présente une largeur de 150 à 170 pieds, lorsqu'elle ne devoit être que de cent vingt pieds. Le canal Ponte-Longo celle de 50 jusqu'à 130 pieds, elle devoit se réduire à celle de 50, puisque cette dimension est exactement celle du Bacchiglione,

La Brenta - Nuova ou le Brenton et le canal Ponte - Longo devoient se réunir près de Conché où le lit de ce dernier canal a une largeur de 170 pds. (voy. Tab. I et III.); et au dessous de Bianca leur joindre les eaux de la Fos-

sa-Rebosola et celle de la Brenta-Vecchia. C'est par les effets que produisent les hautes eaux qu'on pourra s'assurer si la réunion de la Brenta-Novissima près de Conché avec le Brenton devient nécessaire pour emporter les matières et nettoyer le lit du fleuve. Ainsi, on se conduiroit d'après les principes de l'hydrométrie, pour augmenter la force du Brenton et approfondir son lit.

Le lit de la Brenta devrait également être approfondi sur une pente régulière et c'est d'après cette pente et pour se conformer aux théorèmes Nro. II et III, qu'il seroit nécessaire ; a) d'abaisser les aqueducs de Seriola, Corte et Conché. b) Je pense qu'il le seroit de mettre en pratique les projets que nous avons présentés au commencement de cette partie du mémoire, concernant la correction de la Brenta et du Bacchiglione. c) Je conseillerois d'exhausser les digues de la Brenta de trois pieds au dessus des hautes eaux ; de laisser entre elles et le lit du fleuve une berme de 30 à 50 pieds et enfin de construire la crête de ces digues parallèlement avec la pente continue du lit du fleuve : mais pour l'opérer, il seroit nécessaire de prendre avec exactitude de nouveaux nivellements. d) Le commencement du Brenton, vis à vis de Dolo, demande une direction qui facilite l'entrée des eaux de la Brenta. e) La Brenta près de B r o n d o l o a besoin d'être resserrée dans un profil régulier de 200 pieds de largeur. C'est sur ce point que tous les canaux se réunissent. J'emploierois à ces barrages de resserrement les fascines, et ils auroient ce résultat que les eaux qui arrivent de ce canal ne seroient pas forcées de rétrograder par un plus grand courant de la marée montante, (voy. les théorèmes No. V et VII) et que le courant du fleuve en acquéroit plus de vitesse pour emporter les matières de l'embouchure de la Brenta jusque dans la pleine mer. Cette embouchure offre à présent une largeur de de 330 à 350 pieds ; les vagues de la mer agitent la pénétrant et arrêtent l'écoulement des canaux intérieurs. Il est à présumer que quand tous ces projets auront été mis à exécution, la Brenta-Novissima deviendra inutile pour l'écoulement des eaux ; mais ceci n'est qu'une probabilité qui demande à être confirmée par l'expérience,

f) Je ne serois point d'avis, comme un ingénieur l'a proposé, qu'on creusât un nouveau lit à la Brenta par les dunes de Brondolo, situées entre (T. I.) Marino et l'embouchure de la Brenta : 1) il seroit très coûteux ; 2) il seroit bientôt ensablé, à moins qu'on ne le conduisît au loin dans la mer, qu'on ne le soutint par des épis et qu'on ne défendit les dunes contre l'abordage des eaux de la mer qui ensableroient bientôt l'embouchure du fleuve ; l'embouchure actuelle est garantie contre les hautes lames de la mer, qui tomberoient dans la nouvelle embouchure et s'opposeroient à l'écoulement de la Brenta même ; écoulement qu'il est dans notre plan de favoriser (vid. Nro. V, théorèmes précités).

g) Les dunes, dès leur origine, présentent une position qui prouve qu'un canal qui les traverseroit ne pourroit être, sans de grandes précautions, garanti de l'ensablement. Le vent enlève du rivage et amoncelle ça et là les sables qui y sont jetés par les lames. Un épis me paroît pourtant indispensable pour garantir l'embouchure de la Brenta de l'irruption des matières apportées par les lames le long des Lidi. Mais l'épis repoussant ces matières plus loin dans la mer, elles ne pourront séjourner dans l'embouchure. Je donneroï à cet épis, à sa racine, une élévation de 5 pieds au dessus du flux ordinaire et j'en élèverois la tête à la hauteur du flux même. Il s'en suivroit que les vagues chassées par les vents du Nord et du Nord-Est et d'Est ne pourroient tomber dans la Brenta et que les ouragans n'arrêteroient pas l'écoulement des eaux de ce fleuve. On ne peut décider si cet épis doit être construit d'après la ligne A B (Tab. I.) qu'après qu'on aura sondé les profondeurs tant devant la plage que sur la plage même.

Je voudrois construire cet ouvrage en fascines et charger son talu du côté du nord de grands blocs de pierres, après avoir formé la première couche d'un lest de briques. Je paverois le sommet de cet épis et je lui donneroï une forme convexe *). Cet épis empêcheroit encore les courants irrég-

*) Je renvoi à mon architecture - hydraulique pour ce qui concerne les détails relatifs à la construction des ouvrages qui peuvent garantir les côtes de la mer. Tome II, p. 379 etc.

guliers qui produisent les ensablements, et qui contribuent d'autant plus à retarder la vitesse des eaux de la Brenta à son embouchure; parceque la vitesse du courant s'affaiblira progressivement depuis la surface jusqu'au lit du fleuve, vid. Nro. XI, XII et XIII des théorèmes.

b) La Brenta-Vecchia près de Bianca et le canal de Cuori sont fermés par des portes busquées. Le seul changement qu'on doive y faire c'est de réduire leur lit commun à une largeur de 200 pieds. Mais comme par les mesures projetées, le lit sera approfondi, la surface de ces canaux devra par suite s'abaisser pendant le reflux (vid. Nro. VII des théorèmes). Il en résultera donc un dessèchement des contrées marécageuses plus prompt par les canaux Gorzon, Cuori et de la dite Brenta-Vecchia.

ç) Il faudroit abaisser l'aqueduc sous le Gorzon près de Borgo-Forté, afin que la surface fût presque en niveau avec la pente hydrotechnique du lit du Gorzon. Cet aqueduc est dans son état actuel, une vraie cascade: il a exhaussé de quelques pieds le lit du Gorzon, on peut le regarder comme la cause principale qui laisse si marécageuses les contrées entre Merlara et Carmignano (vid. Nro. II des théorèmes).

Tous ces moyens indiqués, servant à approfondir les lits des fleuves et des canaux que j'ai désignés, abaisseront par là même leur surface, favoriseront ainsi le dessèchement dans les contrées qui les dominent. Et voilà incontestablement le but de l'ingenieur, jaloux d'améliorer les contrées entre l'Adige, Este et la mer adriatique.

Aussi les contrées entre Este, Vérone et l'Adige présentent une grande carrière à l'architecture-hydraulique *) T. III. On voit d'abord, près

*) J'ai visité ces contrées avec soin en 1803. J'étois accompagné du Chevalier Regnier, issu d'une illustre famille de Venise. Je le regarde comme un excellent homme d'état. Il avoit influence sur l'administration des travaux maritimes de Venise, en sa qualité de conseiller du gouvernement. Je présume, qu'il y occupe maintenant la place de Podesta.

de Cologna, le Frassine que reçoit le Bisato près de l'écluse de Brancaglia. Le Frassine n'est à sa source de Lonigo qu'un petit ruisseau nommé Brondolo. Près de Sarego, il se joint au torrent Gua. Le lit de ce torrent s'est exhaussé près de Montecchia, au point qu'il domine le rivage de 12 pieds. Les hautes eaux surmontent les digues et couvrent de sables et de graviers les contrées les plus belles et les plus fertiles. Entre Lonigo et Cologna, le Frassine reçoit le nom de Fiume-Nuovo, qui signifie nouveau-fleuve; car le torrent Gua, ainsi que le Frassine, avoit jadis son embouchure dans l'Adige, près de Castelbaldo. Il seroit avantageux qu'il l'eût encore aujourd'hui pour favoriser son écoulement. On a conduit une partie de ses eaux à Montagnano, par le canal Fiumicelle di Montagnano, à cause des moulins, situés près de cette ville et de Vali-Mocenighe.

Le Fratta a son origine au dessus de Montebello Tab. III, il est d'abord un petit ruisseau qui coule sous le nom de Roggia-Aquetta; il fait tourner les moulins au dessus de Cologna: c'est là que le superflus de ses eaux, passant quelques pertuis, se joint au Frassine qui se dirige sur Bevilacqua et Vali-Mocenighe. Sur ce dernier point à l'aide de l'aqueduc, (Ponte-Canale) delle tre Canne, le Fratta traverse le canal di Santa-Caterina, dont un bras, coule dans l'Adige par le moyen d'un aqueduc placé près de Rotta-Sabadina; le reste de ces eaux coule sur Vescovana. Non loin de l'aqueduc delle tre Canne les canaux Fratta et Frassine se joignent et reçoivent le nom Gorzon - Fiume; ce canal est alors navigable jusqu'à la Brenta.

Tous ces ruisseaux et ces canaux ont un cours irrégulier parcequ'ils ont un grand nombre de serpentines; parceque le torrent Gua charroie une grande quantité de sables et de matériaux, se réunit au Frassine et au Gorzon, ce qui inonde leurs rives en exhaussant leur lit.

Que le Gorzon se joigne maintenant à la Brenta: le cours de ce dernier fleuve, artificiellement reserré, s'améliorera par un accroissement de vi-

tesse. Et pour donner une décharge aux hautes eaux du torrent Gua, je proposerois de construire un canal de dérivation au dessus du village Castelbaldo, situé près de l'Adige : d'abaisser le petit aqueduc du fossé Papa-fava. Cet aqueduc, fait comme nous l'avons dit, à présent une cascade et retarde beaucoup l'écoulement des eaux du canal Gorzon ; je proposerois encore de diriger le canal St. Catharina au dessous d'Este près de Pra vers Solesino, et je le prolongerois jusqu'à la fossa longa ; ce seroit le moyen de débayer la partie inférieure du canal Gorzon dont la partie supérieure recevroit une plus grande vitesse par la direction droite cy dessus projetée.

L'attention doit encore se fixer sur les Valli-Zerpani, ou marais de Vérone (voy. Tab. III) non loin de Vérone et d'Arcole ; Arcole devenu si célèbre dans l'histoire des exploits de l'armée française. Le salut de cette armée dépendoit du passage du pont d'Arcole ; elle franchit les marais de Zerpani. L'Empereur et Roi Napoléon, déploya tous les talents d'un grand général et la valeur d'un héros ; le pont est enlevé et avec lui les positions d'Arcole, si importantes, tombent au pouvoir des français. Les marais de Zerpani sont coupés par un chemin étroit, reste d'une chaussée construite par les romains. *) A l'aide d'un aqueduc le plus grand canal de dessèchement de ces marais passe au dessous d'un canal nommé Alpon entre Arcole et Alberedo ; il reçoit le nom de Sarago, et après celui de Foseta et se joint près de Bevilacqua à la rivière Fratta. Il y avoit jadis au dessus d'Alberedo près de l'Adige une écluse de dérivation, dont j'ai vu les restes. Je desirerois qu'on rétablît cette écluse et qu'on abaissât de quatre pieds le sol de l'aqueduc situé au dessus d'Alpon, dont j'ai parlé précédemment. En conduisant alors dans l'Adige les hautes eaux du Fratta près de Castel-Balda, on augmenteroit la pente de la Fossé-Sarrego. Ainsi ce dernier canal au moyen de l'abaissement de l'aqueduc sous l'Alpon, pourroit entraîner dans son cours les eaux marécageuses du Valli-Zerpani.

*) Ce chemin est pointé sur la Carte Tab. III.

Je termine ce mémoire par les observations suivantes. On nomme Polesine les contrées situées entre le Po et l'Adige jusqu'à Legnago: elles sont très fertiles et coupées par des canaux formés des bras de l'Adige et du Po. Quoique l'architecture-hydraulique leur ait rendu des services importants, il lui reste cependant beaucoup à faire; aussi la quantité des moulins sur bateaux placés sur l'Adige sont très nuisibles à sa direction. Dans le cours de mes voyages, le Polesine n'étoit plus soumise à la domination de l'Autriche, il ne me fut donc pas permis d'étendre plus loin mes recherches.

P R O J E T

D'UN

P O R T D E M E R D E V A N T T R I E S T E .

(Voyez Tab. II.) *)

Trieste, naguère si importante à l'Autriche pour son commerce, si importante aujourd'hui pour celui de l'Italie, de la France et de la Bavière, Trieste n'a ni port pour arbriter ses vaisseaux, ni ateliers pour les construire. Les armateurs et les commerçants de cette ville maritime, n'envisageant que l'éclat et la prospérité de leur commerce, effrayés de voir les vaisseaux stationnés devant les quais, emportés au large et brisés par les ouragans, firent, en 1802, éclater leurs vœux pour la construction d'un port qui répondît à l'étendue de leurs spéculations et à l'importance du local.

Au mois d'aout 1803, l'Empereur d'Autriche m'honora pour Trieste d'une mission qui avoit pour objet de dresser le projet d'un port de mer pour cette ville. Me conformant aux intentions de mon auguste commettant, je dirigeai ma route par le Tyrol et par le pays de Venise, et je pus, dès le mois d'octobre, m'occuper de ma mission et appliquer à mon projet les observations que j'avois faites sur les ports de la France et de la Hollande.

*) Je puis au besoin communiquer le plan de ce projet dessiné sur une grande échelle; il indique les différentes profondeurs de la mer autour de la rade, exactement mesurées à la sonde. Je possède pareillement mon dessin du grand phare dont il sera parlé dans ce mémoire.

Mon séjour à Trieste fut signalé par une députation de la bourse : elle étoit composée des négociants les plus distingués par leur intelligence, leurs lumières et leur activité ; et présidée par monsieur Griotti, homme d'une sagacité peu commune. Cette députation vint m'annoncer que le corps du commerce étoit disposé à faire un emprunt d'un million et demi de florins pour la construction d'un port, que ce port ne couteroit rien à l'état et qu'un impôt d'un demi florin sur chaque tonneau suffiroit dans un intervalle de douze ans pour amortir le capital et les intérêts. Ce calcul étoit basé avec justesse et fondé sur les relevés des registres de la douanne.

Avant de me rendre de Trieste sur les ports de Fiume et d'Istrie pour les quels je fis également des projets d'amélioration, je communiquai celui qui concernoit Trieste à la députation de la bourse et à une autre commission formée de navigateurs et de lamaneurs afin qu'à mon retour je pusse connoître les résultats de leurs délibérations. Ils me furent communiqués par écrit ; et le procès verbal qui les renferme est sans doute déposé dans les archives de la bourse, ou dans celles du gouvernement de Trieste. Tous les navigateurs et les négociants convenoient que mon projet remplissoit les objets suivants qui consistoient : à mettre les vaisseaux à l'abri des ouragans, à leur donner une entrée et une sortie commode, à fixer des ateliers de construction, à prévenir l'envasement du port le long des quais et du Molo St. Carlo, à faire enfin mouiller les vaisseaux dans le port de manière qu'on pût les charger et les décharger commodément. La députation de la bourse fut chargée d'adresser à l'Empereur d'Autriche les expressions de sa reconnaissance pour ma mission. L'acte qui les contenoit développoit les raisons qui appuyoient mon projet sous le rapport du commerce. Ce projet cependant, qui aboutissoit au bien public, n'a pas été exécuté ; pourquoi ? le lecteur le pénétrera sans peine ! Le Comte Zichy exerçoit alors le ministère des finances et le Comte Ugarte étoit premier chancelier.

Si l'on considère la position géographique de Trieste, de la Bavière, de la Saxe, de la Bohême, de la Prusse, de la Westphalie, de la Hollande et des contrées situées près du Rhin ; si l'on considère encore qu'il est du

plus grand intérêt pour la France de faciliter le commerce de transit par la Bavière, il sera hors de doute que ce commerce, à l'avenir, ne sera plus obligé de traverser l'Autriche par Vienne pour aller approvisionner la Bohême, la Saxe et la Prusse, mais qu'il se dirigera par la Bavière.

Les ports de Trieste et de Venise ont par conséquent une influence particulière pour la Bavière: et je desiré, en ma qualité de citoyen de ce pays, qu'on ouvre une chaussée depuis Tollmezzo sur le Monte Croce jusqu'à Innigen en Tyrol et que mon projet, concernant la jonction du Danube avec le Mein, à l'aide d'un canal, soit exécuté. On auroit alors une voie directe du commerce depuis Trieste par Udine, Inspruk, jusqu'à Augsbourg, Munic, Ratisbonne; et l'on pourroit de ces quatre dernières villes expédier les marchandises par eau jusqu'au Rhin; *) les transporter sur des radeaux de Munic et d'Augsbourg jusqu'au Danube; et transporter par terre depuis le Danube jusqu'à Augsbourg et Munic les marchandises ou denrées de retour et d'échanges. Ainsi ce canal qui joindroit le Danube au Mein et au Rhin et à tous les canaux de la Hollande et de la France mettroit le Danube en point de contact avec Paris, Amsterdam, Anvers et les villes les plus commerçantes de l'Europe.

Trieste a été jusqu'ici privée d'un port, elle ne possède qu'une rade dans la quelle s'avancent les deux digues de mer Molo Grande ou Molo de Theresia et Molo de St. Carlo. La seconde sert à retirer et à amarrer

*) Ce canal devra prendre sa naissance au Danube près de Kellheim et s'étendra jusqu'à Bamberg. Il me paroît être de la plus haute importance pour la France, surtout pour les censeaux du nord de cet Empire: il l'est aussi pour les états de la confédération du Rhin, pour la Hollande, pour l'Autriche, pour la Hongrie, et pour la Turquie; parcequ'il joindroit le commerce de tous ces pays. La ligne sur la quelle je propose de conduire ce canal n'offre pas de grands obstacles, et l'argent que sa construction coûteroit ne peut être comparé aux avantages qu'elle feroit naître. Une année suffiroit à la Bavière pour se couvrir de ses dépenses par le transport en Hollande de ses bois de construction. J'ai fixé le point de partage de ce canal près du village de Seligporten, parcequ'il est entouré de deux étangs qui peuvent alimenter, les deux branches du canal.

les vaisseaux, et l'une et l'autre doivent garantir la partie de la rade qui est en avant du canale grande situé dans l'intérieur de la ville et où l'on amare les vaisseaux. Ces deux digues ou jettées sont encore destinées à préserver le canal des ouragans d'est. Mais pour peu qu'on réfléchisse que le Molo St. Carlo n'a pas assez de longueur pour répondre à ce but, si l'on réfléchit que les vaisseaux stationnés devant Trieste et dans le canale grande sont battus par toutes les lames de la mer adriatique, on sera bientôt convaincu qu'il faut encore de grands ouvrages pour mettre les vaisseaux qui mouillent devant Trieste et dans le grand canal à couvert de toute insulte. Mais les difficultés qui se présentent pour l'exécution de ces ouvrages sont aggravées par le torrent qui passe près de Trieste et par le courant littoral qui vient de l'Istrie; ils produisent, le long des quais, un envasement qui souvent ne permet pas aux navires d'y stationner. Cette alluvion est encore augmentée par la digue Molo Theresia qui arrête le libre et entier mouvement du flux et du reflux, qui en affoiblit conséquemment la vitesse avec la quelle ils pourroient chasser le limon et les matières amenés par le courant littoral. Cette terre limoneuse qui séjourne devant les quais n'est pas assez tenace pour qu'on puisse y fixer l'ancre.

Après avoir, comme je l'ai dit, sondé et visité en 1803 la rade et le port de Trieste, j'eus recours aux lumières et à l'expérience des navigateurs les plus expérimentés; je leur demandai quels étoient les effets des vents, ou quels étoient les vents qui produisoient les plus hautes lames, et ceux qui étoient le plus nuisibles à l'entrée et à la sortie des bâtimens; quelle étoit la hauteur à la quelle les brisans s'élevoient contre les quais, et quelle étoit la différence entre cette hauteur et celle du flux et du reflux ordinaire: combien de pieds d'eau tiroit chaque espèce de vaisseau et quel étoit l'espace que chacun d'eux occupoit dans la rade; en quel nombre ils mouilloient habituellement dans la rade; et afin de m'assurer si le lit de la mer donnoit une grande prise aux ancres, je m'informai de la nature du sol qui constituoit ce lit devant Trieste. Il étoit impossible de baser aucun projet pour la construction d'un port sans être parfaitement éclairé sur ces questions: j'appris donc que

les vents qui souffloient du nord et de l'est étoient ceux qui tourmentoient le plus les vaisseaux, mouillés dans la rade et près des quais ; qu'aussi longtemps que les ducs d'albes ou amarres résistoient aux vents d'ouest-nord ouest, dit Borra, qui arrivent impétueusement des montagnes vers la rade, les vaisseaux n'en éprouvoient aucun effet nuisible. Cette assertion, confirmée par des navigateurs experts, renverse l'opinion de ceux qui, sans avoir approfondi la question, ont avancé : que le vent de Borra ôtoit toute possibilité à la construction d'un port devant Trieste.

Mon projet devoit donc remplir les vues essentielles : 1) de construire un port de manière que les vaisseaux mouillés dans le grand canal et dans le port pussent être à l'abri des ouragans et des lames ; 2) de faire sortir les vaisseaux de la rade et de les y laisser entrer aussi librement qu'à présent, quelques fussent les vents qui souffleroient ; 3) de donner au port la plus grande étendue possible et cependant d'économiser les frais ; 4) de n'amener les vaisseaux que là où l'eau auroit assez de profondeur, où l'ancre pourroit tenir, et où les bâtimens pourroient plus commodément aborder la ligne des quais ; 5) la construction du port devoit offrir en même temps un local convenable au radoub des vaisseaux : si ce local ne devoit pas être assez éloigné de la ville pour que les ouvriers fussent exposés à perdre leur temps à des courses inutiles, il ne devoit pas non plus en être assez rapproché pour qu'il donnât lieu à des incendies ; 6) comme la rivière dite *Torrente* charrie une grande quantité de matières et de gravier qui encombrement actuellement la rade, la digue qui doit former le port doit être construite de manière que le *Torrente* ne puisse en aucune manière lui être nuisible ; 7) la digue de mer ne peut absolument servir d'emplacement à la construction des magasins *) : a) parcequ'il faudroit alors lui donner une grande largeur, ce qui absorberoit des dépenses considérables ; b) parceque les vents impétueux qui regnent à Trieste dans certaines saisons rendroient l'usage de ces magasins

*) Quelques ingénieurs ont en effet voulu établir ces magasins sur une digue de mer ; ils lui avoient en conséquence donné, dans leur projet, une direction diamétralement opposée à la mienne.

tout-à fait impossible ; c) parceque l'on conçoit sans peine que les marchands aimeront mieux resserrer leurs marchandises dans des magasins bâtis dans l'intérieur de la ville que de les hasarder sur une digue qui en seroit éloignée et qui est toujours à la merci des vents et des vagues ; 8) je juge nécessaire de construire près du port un et même deux phares, précaution inséparable d'un port régulièrement exécuté ; 9) il ne l'est pas moins d'y laisser une libre circulation au flux et au reflux ; parceque l'on doit observer ici que le courant a si peu de vitesse que les vaisseaux ne tournent pas même sur leurs ancres ; cette vitesse, dans un temps calme ne va qu'à 0,35 pieds par seconde. Si l'on négligeoit cette précaution, le port seroit bientôt comblé des matières que la mer amène de l'Istrie. Je la juge même si importante que sans elle tous les projets conçus jusqu'à présent pour donner un port à Trieste eussent été plus préjudiciables à cette ville qu'ils ne lui auroient été avantageux.

Si la situation et la direction de la digue de mer, destinée à former le port, doit répondre aux quatre premières conditions précédemment exposées, la digue A B doit aussi recevoir la direction telle qu'elle est indiquée sur la carte. Cette digue prendra sa naissance à l'embouchure de la rivière Torrente, près de A et sa fin près de B ; on lui donnera trois ouvertures ou trois entrées et sorties. La partie B x de la digue aura, en longueur, deux cents toises, celle de x y, deux cent treize et celle de d h A cent cinquante trois. La digue, dans toute sa longueur, auroit donc cinq cent soixante six toises, mesures prises dans le prolongement de la couronne de la digue, et l'épisc en auroit trente. Tous ces ouvrages, dans leur ensemble, demandent environ soixante et treize mille quatre cent vingt quatre toises cubes de moellons, et onze cent trente toises cubes de libages et de pierres de taille. Cette digue préservera donc le port du funeste effet des vents, et présentera trois ouvertures : la première, entre le Molo-Theresia E et entre B, laisse huit cent quarante pieds, pour la sortie et l'entrée des navires. Cet espace est assez grand pour que les bâtiments puissent louvoyer ; et cette ouverture est disposée de manière que la pointe de la digue de Thérésia la garantit déjà des hautes lames. La seconde de x aura cent quarante pieds, elle est destinée,

dans les calmes, à remorquer les vaisseaux à leur entrée et à leur sortie. La troisième de y aura trois cents pieds et servira à entretenir la communication du port avec le bassin près du nouvel hôpital (lazaretto - nuovo). Pour favoriser la circulation du flux et du reflux dans le port et conséquemment pour prévenir son encombrement, il sera très avantageux de pratiquer dans le Molo grande (Molo - Theresia), deux ouvertures chacune de cinquante pieds : et chacune d'elles sera formée par une voûte qui sera élevée au niveau de la haute mer ordinaire afin d'empêcher les hautes lames de pénétrer dans le port. Les vaisseaux pourront, par tous les vents, entrer et sortir à travers ces trois ouvertures ; et le port aura une profondeur suffisante pour recevoir des vaisseaux de ligne. On enfoncera des amarres ou ducs d'Albes, vers le nouvel hôpital l'a où l'ancre pourroit glisser ; sur tout où une terre limoneuse constitue le fond de terrain. J'ose croire que l'exacte exécution de ces projets donnera un port qui pourra être un des plus commodes de l'Europe, puisqu'il sera construit près des quais de la ville.

L'emplacement d, formé d'une partie de la digue A d et des deux épis c et a, seroit destinée au radoub des vaisseaux ; mais afin que ce carénage ne soit pas envasé, afin d'y laisser une libre circulation du flux et du reflux, j'ai proposé de construire une digue *a* à claire voie qui protégera le carénage d contre les attaques des hautes lames ; ainsi la place pour le radoub ne sera pas très loin de la ville. La digue à construire, A d, sépare la rivière Torrente du port ; elle aura une largeur de trente six pieds pour donner un passage facile aux ouvriers qui seront occupés au radoub. Toute la digue projetée A B doit être élevée de trois pieds au dessus de la haute mer ordinaire *) ; elle se trouvera donc plus élevée que le Molo St. Carlo ; et elle aura du côté de la mer trois, et du côté du port un pied et demi de talu sur chaque pied de base. Cette digue sera construite de gros blocs de pierre que l'on trouve en abondance dans les carrières qui avoisinent le rivage.

*) La différence entre la basse mer ordinaire et la haute mer ordinaire devant Trieste est de trois pieds ; et si les ouragans ne sont pas violents, la haute mer s'élève encore de deux pieds au dessus de la mer ordinaire.

Du fond de la mer jusqu'à la basse mer on fera une jettée à pierres perdues de ces gros blocs de pierre, et depuis le niveau de la basse mer jusqu'à la couronne de la digue, on construira cette digue de pierres de taille qui auront de quatre à six pieds de largeur, de cinq à douze en longueur et de deux à trois de hauteur, et on les joindra par le mortier de pozzolane, et les libages seront encore unis par des fiches de pierre. La digue aura donc six pieds de largeur à sa couronne et sera, par cette dimension, assez forte pour résister aux plus hautes lames; et formant une ligne courbe, elle renfermera une grande surface de la mer; le port sera donc assez spacieux pour recevoir cinq cent trente six grands bâtiments et trois cents petits. La digue, en écartant du port les eaux de la rivière *Torrente*, le préserve de l'accumulation du gravier que ce torrent charrie dans la rade actuelle. Et pour prévenir tout accident qui pourroit nuire aux vaisseaux, il deviendra utile de construire quelques amarres dont on battra les pieux à travers des *Sinkstuk*. Cette mesure sera d'autant plus nécessaire que la tenue dans le port n'est rien moins que solide, et que dans des cas pareils, les bâtiments restent fermes quand ils sont fortement amarrés. On pourra, sur la digue, à des distances de vingt toises, placer des colonnes de pierre, ou des canons de rebut pour y fixer les amarres.

Il seroit encore très avantageux, pour favoriser la navigation, de construire à la tête B de la digue projetée un phare de soixante et dix pieds de hauteur *), un second plus bas sur le Molo de *Thérésia*, et un troisième sur le *Punte di Salvore* en *Istrie*. J'ai enfin conçu l'idée de construire près de l'un petit port pour mettre les barques à l'abri des vents, et un autre un peu en avant, pour les chaloupes. Pour honorer les débris qui nous restent d'*Aquiléra*, on pourroit placer sur les deux têtes de la digue à côté de l'ouverture x les deux colonnes de gruit qui se trouvent dans un jardin près de ce village: elles sont presque les seuls vestiges qui attestent son ancienne grandeur.

*) J'ai tracé le projet détaillé de ce phare, et j'en ai, dans le temps, présenté le dessin au gouvernement d'*Autriche*.

DESCRIPTION

DU

PORT DE MER DE NIEUWENDIEP À L'EXTRÉMITÉ DE LA NORD-HOLLANDE
PRES DU MAARSDIEP. (Voyez Tab. IV.)

La guerre que la cidevant république Batave eut à soutenir en 1780 lui fit sentir le besoin de fortifier sa marine et de prendre de sérieuses mesures pour construire un bon port de mer. Ceux qu'elle possédoit étoient nulles pour les vaisseaux de guerre; les ports de la Meuse étoient encombrés de la vase dont ce fleuve se trouvoit, depuis plusieurs siècles, surchargé par l'irruption des rivières dans le Biesbosch. Les vaisseaux stationnés dans le Maarsdiep étoient battus par tous les vents; ceux mouillés entre l'île Wieringen et la Nord-Hollande n'étoient pas mieux garantis des débâcles des glaces. On choisit donc le Nieuwendiep, situé vers l'ouest de la Nord-Hollande, et qui formoit un gaux par le quel le Suidersée communiquoit avec le Texel ou avec le Maarsdiep, dans les temps même du reflux ou de la plus basse mer. La construction du port de Nieuwendiep et des digues devant le Helder, ouvrages les plus importants de ce genre, offre donc un vaste champ au zèle, aux talents et à l'esprit observateur de l'ingénieur. J'ai visité le local pour la dernière fois au mois d'août 1798, et l'on trouve dans le second tome de mon architecture-hydraulique, page 418 et suiv., une description raisonnée des ouvrages qui y sont construits le long de la mer, (voy. Tab. IV). J'y parle encore de la nécessité de construire à l'est et à l'ouest du village de Helder deux grands forts pour défendre cette place si importante sous le

rapport de l'art militaire. On trouve deux passes navigables pour les grands vaisseaux à l'embouchure de la mer du nord au Suidersée, embouchure qui prend d'abord le nom de Maarsdiep, puis celui de Texel. L'une de ces passes est appelée Noorder-Gat et l'autre Landsdiep. Celle-ci se partage en deux bras dont l'un a reçu le nom de Schulpengat. Les bancs de sable qui se trouvent à l'embouchure du Maarsdiep arrêtent la libre entrée d'un trop grand volume du flux de la mer du Nord dans le Suidersée, de sorte que le Suidersée n'est jamais enflé au point qu'il puisse nuire à Amsterdam et aux rivages. En avant du port de Nieuwendiep, le flux monte ordinairement à trois pieds neuf poudres audessus du reflux et à sept pieds pendant la pleine lune; conséquemment si les bancs de sable n'existoient pas devant le Maarsdiep il y auroit tout à craindre pour la Hollande. Ce sont ces considérations qui ont fait sentir la nécessité de protéger, comme on l'a fait, l'extrémité de la Nord-Hollande par des épis et des talus construits en pierres à une profondeur de cent pieds; et de garantir les îles de Texel, de Terschelling et de Wieringen par des ouvrages en paille et par des plantations de doyas. Quoique, par la nature de sa position, le Nieuwendiep renfermât un assez grand espace pour le mouillage d'une flotille, et quoique les petits bâtimens y trouvassent déjà un abri contre les ouragans et les débâcles, il n'avoit cependant pas une profondeur suffisante pour les vaisseaux de haut bord, car sa profondeur se portoit à peine à neuf pieds à son embouchure.

En 1781, une commission fut nommée pour établir un port à Nieuwendiep, après qu'elle y auroit fait les recherches les plus sévères sur le local: elle étoit composée de Messieurs Mey, Goudrian, Berger et de l'inspecteur général Brunings, enlevé trop tôt à la science et à l'état hydraulique de la Hollande. C'est à l'application de la science hydraulique qu'est attachée la destinée de ce pays; et je ne crois pas me tromper en disant qu'on aura peine à l'assurer par les projets des déversoirs, dits *overlaats*, qu'on voudroit exécuter actuellement; projets dont je parlerai dans une nouvelle édition de mon architecture-hydraulique.

La circulation du flux et du reflux dans le Nieuwendiep étoit jadis arrêtée par l'embouchure peu profonde qui se trouvoit du côté de l'ouest; et

les eaux alors prenoient leur cours au nord-ouest dans le Maarsdiep. Il n'y avoit qu'un moyen d'approfondir le port de Nieuwendiep; c'étoit d'y faire entrer un plus grand courant, de le diriger dans le Maarsdiep par des jetées et de lui faire suivre des profils réguliers. Ce but a été rempli par l'exécution de la grande digue de mer, qui commence près de Q et qui s'étend jusqu'à U.

La digue, en 1782, a été exécutée sur une longueur de 10800 pieds, et on l'éleva à la hauteur du flux ordinaire: elle consiste en sinkstuk et en fascinades chargés de lest de briques et de grands blocs de pierres; cette construction, quoique très utile, est cependant ignorée en France, en Angleterre et en Italie; elle n'est connue et mise en oeuvre que dans la Hollande et dans l'Allemagne. *)

Cette partie de la digue actuelle de mer avoit déjà, pendant l'hiver de 1782, approfondi d'un pied et demi, le courant de l'embouchure de Nieuwendiep. On dragua pour lors le fond de l'embouchure, afin de favoriser l'approfondissement du courant; l'effet de cette manoeuvre a été si sensible que, entre Q R, l'embouchure du port avoit aquis une profondeur de dix neuf pieds. Cette embouchure a été garnie, du côté de l'est, par des épis formés ou de pieux ou de sinkstuk et qui servent en même temps à amarrer les vaisseaux de ligne. Ces épis, en rétrécissant le profil, ont approfondi le courant, et la manoeuvre à drague a bien conconru à produire ces effets; car on a dragué un graux de cent vingt pieds de largeur, de dix huit de profondeur, et de deux mille quarante pieds en longueur. Pour que le courant du reflux, qui se jette du Suidersée sur le côté du Sud du banc de sables dit Zuidwaal, passât par le Nieuwendiep, et pour que ce port en fût approfondi, on a construit la jettée T S, qui a seize cent huit pieds de longueur. Le sommet de cette jettée s'élevoit à la hauteur du flux, et sa construction est la même que celle de la grande digue située à l'ouest. En 1785, cette grande digue de mer a été prolongée depuis R jusqu'à U, ce qui fait une

*) Cette construction est décrite et représentée dans mon architecture hydraulique.

longueur de mille deux cents pieds : ce prolongement sert à conduire encore un plus grand courant dans le Nieuwendiep. Pour augmenter la vitesse de ce courant, on a, par les épis B, C, et par les trois épis dits Langhoofd, Sluitdam et Sluithoofd, réduit le profil de Nieuwendiep à une largeur de trois cent soixante pieds; ces épis sont construits de sinkstuk et de grandes pierres. On a, pour le même but, prolongé de trois cent trente six pieds la jettée dite Bovenleidam. De 1794 à 1798, on a construit en face du bassin dit Nieuwewerk une jettée construite de sinkstuk, de fascinades et de grandes pierres. Cette digue élevée à deux pieds et demi au dessus du flux sert à rétrécir le profil du courant de la marée descendante, et conséquemment à augmenter sa vitesse. C'est ainsi que ce grand et important port de mer, basé, comme on peut s'en convaincre, sur les mêmes principes que mon projet pour l'amélioration des ports de Venise, est parvenu à un éminent degré de perfection. Ce port pouvoit déjà, en 1786, recevoir quatre vingt dix bâtimens; plus de cent en 1787, et en 1789, plus de cent cinquante au nombre des quels on pouvoit comprendre quatorze vaisseaux de ligne. La profondeur du port s'étoit augmentée depuis neuf jusqu'à vingt quatre et même jusqu'à trente pieds. Les frais de la construction de ce port, en y comprenant ceux de la manoeuvre à drague, peuvent être approximativement évalués à trois millions de francs.

Mais le gouvernement de la Hollande ne s'est pas borné à la seule construction du port, il a fait encore exécuter le projet de l'inspecteur général Mr. Brunings d'un bassin pour le radoub des vaisseaux. Ce bassin, nommé Nieuwewerk, est garni de magasins, et entouré d'une digue dont les profils et la construction sont détaillés sur Tab. IV. L'entrée du port dans ce bassin est fermée par une très bonne écluse à sas, construite en 1791 : j'en ai décrit la construction dans le 4^{ème} tome de mon architecture-hydraulique; et je renvoie au 2^{ème} tome de cet ouvrage le lecteur que désireroit se procurer des renseignements plus détaillés sur la construction et les travaux du port de Nieuwendiep.

DESCRIPTION

DU

PORT DE GUERRE DE CRONSTADT.

Tab. II.

Des considérations de politique ont déterminé sans doute le choix de l'île située dans le Golphe de Finlande non loin de St. Petersbourg pour y construire un port de guerre; ce local ayant paru convenable sous le rapport militaire. N'ayant pu encore me procurer les lumières suffisantes sur les localités, je ne me permettrai pas de décider si le port tel qu'il est, pourroit résister aux attaques des flottes ennemies, et s'il ne seroit pas avantageux à la Russie de faire construire un second port sur la côte. Tout en rendant hommage au génie du grand homme qui a ordonné la construction de ce port, un ingénieur du dixneuvième siècle sera forcé de convenir que l'étendue des courtines et la petitesse des bastions, sans en excepter les fortifications de Cronslot, attestent que la science de l'ingénieur n'avoit pas, au commencement du 18^{ème} siècle, atteint, en Russie, ce degré de perfection au quel elle est parvenue de nos jours.

C'est sous le règne de Pierre le Grand que le projet du port de Cronstadt fut conçu et presque entièrement exécuté: il reçut sous l'Impératrice Catherine II, de grandes améliorations exécutées sur un projet tracé en 1785, et l'on peut présumer que, sous le regne de l'Empereur actuel, il atteindra le degré de perfection dont il est susceptible.

A l'exemple de tous les grands hommes, Pierre I, se plaisoit à voir ses travaux et ses entreprises conduits à leur fin; il voulut donc que le port de Cronstadt fût achevé en peu d'années: et voilà pourquoi la plus grande partie des jettées sont construites en bois *). Mais depuis on a employé la brique et le granit à la construction des nouvelles jettées, des écluses et des formes.

L'ouvrage du port de Cronstadt qui est le plus à remarquer, est: le chenal A A, par le quel on parvient à l'écluse accolée B. Cette écluse est principalement destinée au radoub des vaisseaux, manoeuvre à la quelle on peut se livrer sans interrompre dans le chenal le passage des navires; et pour atteindre ce but on a construit près de B trois portes busquées. La première se ferme à une profondeur de vingt quatre pieds, la seconde à celle de seize et la troisième à celle de huit: de sorte que, quand le chenal B B, est à sec par le jeu de la pompe à feu H, il reste encore entre la première et la seconde porte seize pieds d'eau et huit entre la seconde et la troisième: ce qui diminue la pression de l'eau contre la première porte. Des aqueducs, placés dans les bajoyers, favorisent l'écoulement des eaux des bassins et des formes quand on veut les vider: ils servent aussi à remplir le bassin G, qui a soixante pieds de profondeur; on le vide à l'aide d'une pompe à feu placée près de H; et trois jours suffisent à la manoeuvre; elle date de 1780. On se servoit autre fois de deux moulins à vent pour épuiser l'eau du bassin G et il ne falloit rien moins que sept à huit mois pour le vider. Les deux grandes formes C. C, ont été achevées sous Pierre le grand; mais comme chacune d'elles n'étoit d'abord destinée que pour un seul vaisseau, on les a prolongées dans la suite de manière que chacune pût recevoir deux vaisseaux. Le bassin carré D sert à ce qu'on puisse y virer et revirer les vaisseaux quand on veut les faire entrer dans le chenal B ou dans le bassin C.

On a le projet de faire trois formes des bassins C; et les six autres formes F indiqués sur la carte, comme je l'ai appris, ne sont pas encore ache-

*) Les jettées construites de pieux et de bois sont indiquées sur la carte par deux lignes; et les jettées et les ouvrages en pierres y sont indiqués par des lignes sablées.

vées. Tout ce projet qui a été approuvé par Catharine II en 1785 est fixé de manière que les formes puissent recevoir treize vaisseaux de ligne : se trouve en outre le chenal intérieur B, dans le quel on peut radoubier cinq vaisseaux et le bassin caré D dans le quel on peut radoubier à la fois quatre frégates.

Le chenal principal A, d'une largeur de 67 jusqu'à cent pieds, tous les bassins et les formes ont été creusés à force de bras. Ce qui a beaucoup facilité le travail c'est que le terrain consiste en une terre glaise, légèrement mêlée de pierres et où l'on ne trouve aucune source.

Le gouvernement Russe a aussi parfaitement bien distribué les magasins etc. : on voit près de K un bâtiment à deux étages destiné à la corderie ; L indique la pigoulière, M les magasins des bois de construction, N ceux de garniture ; les forges et les autres ateliers sont établis, près de Q, et près de R sont construites douze casernes à trois étages pour le logement des matelots : leurs cuisines et les buanderies sont dans les grandes cours. Les logements des officiers de la marine sont représentés par S S ; ils sont tous à trois étages. L'emplacement T est destiné à la construction d'un arsenal. Les maisons U, bâties par Pierre le grand, sont en briques, à trois étages, et servent de casernes et de bureaux. L'école-militaire W, se trouvant trop étroite pour contenir six cents élèves environ, on en voulut construire une seconde sur la place V. Les emplacements X sont réservés pour la construction des casernes qui doivent servir de logement à la garnison de Cronstadt et à celui des matelots. On voit encore près de Y les ruines d'un petit chateau construit sous le regne d'Elizabeth et que cette impératrice a occupé pendant le séjour qu'elle fit à Cronstadt. Les quartiers de la ville Z sont habités par les marchands et les bourgeois. Les magasins à poudre, très avantageusement situés sur l'eau sont représentés sous Æ.

L'emplacement des différents ports est très bien choisi : le grand port de guerre *a* est entouré de fortifications ; c'est dans ce port qu'on range sur trois lignes les vaisseaux désagrés et qu'on les amarre à des ducs d'albes. Quand on veut armer un vaisseau, on lui fait traverser la passe *b*, pour le

conduire dans l'avant port *c*; une fois armé, on le remorque pour lui faire traverser une des passes *d*, *d*, d'où il gagne la rade et ensuite la pleine mer. Les bâtimens marchands mouillent dans le port *e*, et ce n'est que là, que le mouillage est permis à ces sortes de bâtimens et aux chaloupes, comme ils ne peuvent entrer et sortir que par la passe *f*. Dans le grand bassin O on décharge les vaisseaux sur les quels on transporte le bois et les autres matériaux. Ces matériaux sont ensuite chargés sur des barques ou sur des chaloupes qui, traversant le canal F, les déposent dans les magasins N et dans les magasins de bois M, qui environnent ce canal. Les chaloupes peuvent alors passer par le chenal P pour entrer dans l'avant-port *c*: cet établissement d'un canal et des ports est d'un grand avantage pour la construction des vaisseaux.

Le fort Cronslot a été construit pour défendre et la rade et le port de Cronstadt; il a dans son enceinte un petit port qui a si peu de profondeur que les vaisseaux ne peuvent y aborder. La tour *b* de ce fort sert à donner les signaux aux mariniens qui se trouvent en pleine mer.

Les renseignemens que j'ai reçus sur le port de Cronstadt trouvant ici leur terme, je dois borner mes observations sur cette place si importante sous le rapport de l'art militaire. Je conçois que ces observations, telles que je les ai présentées, ne fourniront pas à des ingénieurs, doués d'une pénétrante sagacité, les moyens de baser ni le projet qui tendroit à l'amélioration du port, ni celui d'un grand avant-port entre Cronslot et le port de guerre. Cet avant-port seroit, peut être, très utile pour garantir le port actuel des attaques des flottes ennemies, et, en offrant aux vaisseaux des entrées très commodes, pour les mettre à l'abri des ouragans. Je conçois encore que ce n'est pas ici le lieu de développer ces projets, encore moins de les communiquer; les ingénieurs de la Russie pouvant puiser dans leurs lumières et dans les connoissances locales tous les moyens propres à procurer à ce port toute la force et toute la commodité dont il est susceptible. Je me réduis à observer : que le régime introduit dans la marine de ce vaste

empire lui est très favorable en ce que les matelots sont pour toute la vie stipendiés par l'état, que la garnison de chaque vaisseau est enrôlée sous un drapeau séparé et qu'elle est destinée à faire au besoin le service du port et celui de la mer : les troupes, d'un vaisseau mis hors de service, sont aussitôt employées sur un autre, ce qui produit une épargne considérable de fonds et forme un corps de marine qui se trouve toujours au complet.

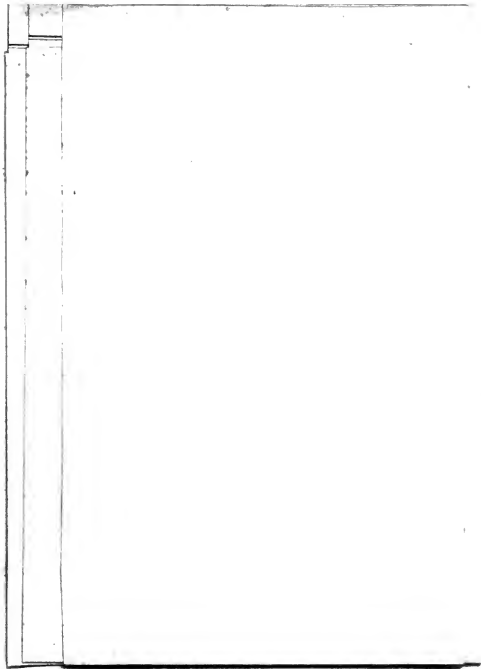
A v e r t i s s e m e n t .

L'auteur — qui a levé la plus grande partie des cartes topographiques du Mécklenbourg — Schwérin et du Mécklenbourg Strélitz (voy. la gazette littéraire d'Jéna, 23 mars 1794) : ces cartes ont été imprimées aux frais du général Comte de Schmettau, mort à la bataille d'Jéna — offre aux amateurs et aux libraires les cartes suivantes, au prix stipulé comme il suit; le sixieme exemplaire gratis à celui qui en prendra cinq. Le prix sera payé comptant :

1) Carte topographique et militaire du ci devant Duché de Berg, quatre feuilles grand ogle, levée par l'auteur et imprimée à ses frais, prix 13 florins, 45 Kreutzers. 2) Carte topographique hydrotechnique de la plus grande partie du bas Rhin, dix feuilles 13 florins, 45 Kreutzers. 3) Carte topographique et hydrographique des fleuves de la Hollande et de toutes les contrées situées entre et sur ces fleuves, levée exactement et imprimée sur grande échelles réunie en douze feuilles, 15 florins, 45 Kr. 4) Carte de la majeure partie du royaume de la Hollande, neuf feuilles, 13 florins, 45 Kr. 5) Plans et cartes exactes des ports les plus remarquables de l'Europe, neuf feuilles, 15 florins.

Excepté la carte cotée No. 1, je ne peux fournir que 30 exemplaires des autres, ayant destinée les planches à une édition française et à une seconde édition allemande de mon architecture - hydraulique dont la première édition en langue allemande, cinq Vol. in 4., ornée de cent une grandes planches, est entièrement épuisée.

680650



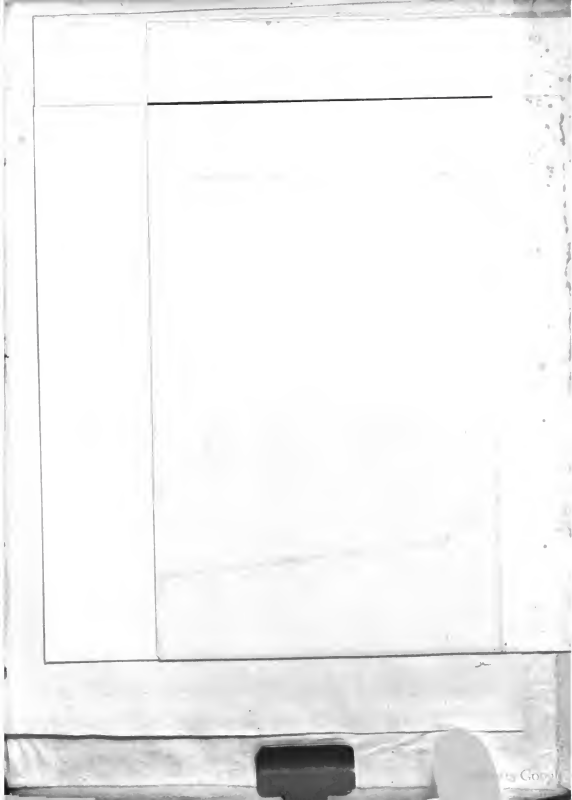


sur les Plans du Port











REALE OFFICIO TOPOGRAFICO

1^a Armadio .



I Scania 1^a A

N.º 53

